

Kötetlen példány  
FRANKLIN-TÁRSULAT

10

# MATHEMATIKAI ÉS PHYSIKAI LAPOK

A MATHEMATIKAI ÉS PHYSIKAI TÁRSULAT MEGBIZÁSÁBÓL



SZERKESZTIK

FEJÉR LIPÓT ÉS MIKOLA SÁNDOR

52

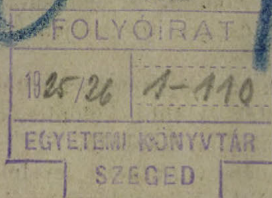
HUSZONNYOLCADIK ÉVFOLYAM

I—VIII. FÜZET

1921

JANUÁR—DECZEMBER.

6412



BUDAPEST

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA TÁMOGATÁSÁVAL KIADJA

A MATHEMATIKAI ÉS PHYSIKAI TÁRSULAT

1921.



# TARTALOM.

	Lap
BÁRÓ EÖTVÖS LORÁND emlékezete	1
SÜSS NÁNDOR	23
RADOS GUSZTÁV: Egész együtthatós trigonometrikus polynomok egy nevezetes tulajdonsága	27
RADÓ TIBOR: Algebrai egyenletek gyökeiről	30
CSÁSZÁR ELEMÉR: A quantum-elmélet főbb eredményei	38
MENDE JENŐ: Erős hangok terjedéséről	54
MENDE JENŐ: Az izotop elemekről	61
KEDVES MIKLÓS: Szemléltető eszköz a légszivattyú működésének bemutatására	70
KEDVES MIKLÓS: Készülék a telefon működésének és más fizikai jelenségek szemléltetésére	72
FRÖHLICH KÁROLY: Oersted felfedezésének századik évfordulója	78
Sz. G. Fizikai laboratórium	80
A Matematikai és Fizikai Társulat XXVI. rendes közgyűlése	89

**A Matematikai és Fizikai Lapok előfizetési ára egész évre 50 korona. A Matematikai és Fizikai Társulat tagjai a lapot tagsági díjuk fejében kapják. A Matematikai és Fizikai Lapok az 1922-ik esztendőben előreláthatólag két füzetben fognak megjelenni 4—4 ívnyi terjedelemben.**

**Mínthogy a Matematikai és Fizikai Lapok egyes régebbi évfolyamai teljesen elfogytak, kérjük tisztelt tagtársainkat, akik azokat nélkülözhetik, bocsássák a Társulat rendelkezésére.**

A folyóirat szellemi részét illető közlemények a szerkesztőkhöz küldendők és pedig a matematikai tárgyúak *Fejér Lipót* (V., Falk Miksa-utca 15.), a fizikai tárgyúak pedig *Mikola Sándor* (VII., Vilma királynő-út 19.) címére. T. munkatársainkat kérjük, hogy kézírataikban lehető rövidsége törekedjenek és hogy arra pontos címüket is írják rá.

Minden önálló cikk szerzőjének 25 borítéknélküli különlenyomatot adunk. Címzett boríték és több különlenyomat csak a nyomdával való külön megegyezés alapján kapható.

A Társulat ügyvitelére vonatkozó levelek, tagajánlások *Mikola Sándor* titkár címére (VII., Vilma királynő-út 19.) küldendők, akit akadályoztatása esetén ideiglenesen Rátz László helyettesít.

A folyóirat és a meghívók expedíciójára vonatkozó kérdések, reklamációk, valamint a tagsági és előfizetési díjak *Privorszky Alajos* pénztáros címére (VII., Ilka-utca 32.) intézendők.



# Pénztári kimutatás

az 1916. évtől befolyt összegekről.

## 1. Alapító tagsági díjak.

Jordán Károly 200, Fényes Dezső 800, Műgyetemi könyvtár 200, Mattyasovszky Kassián 200, Károly Irén 500, Rátz László 200, Pekár Dezső 200, Károly Irén alapítványa 2 drb 1000 K-ás hadikölcsön-kötvény, Rátz László 200, Ganz és Tsa 200, Gruber Nándor 800, Bartoniek Géza 200, Zemplén Géza 200, Mikola Sándor 200, Sasvári Géza 200, Stachó Tibor 200.

## 2. Tagsági díjak.

1916. Goldziher Károly 10, Soproni ev. lyc. 10, Pannonhalmi közp. főkönyvtár 10, Soproni áll. főreáliskola 10, Szarvasi ág. h. ev. főg. 10, Kecskeméti áll. főreálisk. 8, Jánosi Imre 10, Temesvári áll. főg. 10, Temesvári áll. főreálisk. 10, Nagyvárad r. k. tanítóképző 10, Bp-i VI. k. áll. főreálisk. 10, Jászóvári prem. kanonokr. 10, Norbertinum főkörm. 10, Hirschmann Nándor 6, Gyergyószentmiklósi áll. főg. 6, Győri áll. főreálisk. 10, Magdics Gáspár 6, Egri áll. főreálisk. 10, Koschovitz Gy. 10, Wodetzky József 10, Rados Ignác 10, Rucsinszky Lajos 10, Karai Sándor 6, Ellend József 6, Jászapáti kir. kath. főg. 10, Szászvárosi ref. Kan. Koll. 10, Lőcsei áll. főreálisk. 5, Szentesi áll. főg. 10, Debreczeni ref. főg. 10, Kunstädter hirl. előf. iroda 5, Temesvári felső keresk. isk. 10, Woyciechowsky József 10, Ciszt. r. hittud. tanárk. 10, Mihalovits Alajos 6, Bp. egyetemi könyvt. 10, Király László 6, Bertram Brunó 6, Bresztovszky Béla 10, Gyulafehérvári r. k. főg. 10, Dávid Lajos 10, Rados Gusztáv 10, Hajdunánási ref. főg. 10, Bozók Endre 10, Máramaroszigeti áll. f. leányisk. 6, Czekeliusz Aurél 10, Marosvásárhelyi r. k. főg. 6, Kecskeméti áll. főreálisk. 2, Pogány Iduna 10, Kecskeméti ref. főgimn. 10, Szekszárdi áll. főg. 10, Lendvai Hugó 6, Kolozsvári egyet. ábr. geom. int. 10, Máramaroszigeti áll. f. leányisk. 4, Ánderkó Aurél 10, Budapesti X. főgimn. 10, Budapesti VIII. áll. főg. 10, Dombóvári kir. kath. főgimn. 10, Fogarasi áll. főg. 10, Budapesti VI. ker. áll. főg. 10, Jászberényi áll. főgimn. 6, Kovács Ferenc 6, Bricht Lipót 6, Bauer Mihály 10, Kilezer Gyula 10, Arany Dániel 10, Bauer Klára 10, Hener Ede 10, Zípernovszky Károly 10, Halász Ernő 10, Fenyvesi Andor 10, Müller József 10, Koren Dénes 10, Frank István 6, Kálmán József 6, Csősz László 6, Ballenegger Andor 6, Franchoffer Lajos 10, Hoffmann Ernő 10, Marcell György 10, Richter Dezső 10, Buchböck Gusztáv 10, Palatin Gergely 6, Nyáry Béla 6, Neumann Jenő 6, Hortobágyi Zsigmond 6, Straub Gyula 6, Schuller Alajos 6, Borosay Dávid 6, Csonka Mihály 6, Szarvas Lajos 6, Félégyházy Antal 6, Javorik János 6, Loykó Béla 6, Baranyi Balázs 6, Klug Lipót 6, Riegl Sándor 6, Székely Károly 6, Vajolnoczky István 10, Erzsébetvárosi áll. főg. 10, Pogácsa János 6, Renner János 6, Hanauer Jenő 6, Sasváry Géza 10, Pécsi Albert 10, Gyulai róm. kath. főg. 10, Hajós Géza 6, Bratu János 6, Heller Richárd 6, Oltag Károly 10, Rhorer László 10, Ogyallai csillagv. 10, Demeter István 6, Petry Gyula 6, Tersztyámszky S. 6, Nyíró Jolán 6, Hercz Szidonia 6, Domonkos Kálmán 6, Sós Sándor 6, Tillingier Istvánka 10, Jakucs István 6, Nagykállói áll. főg. 10, Grosschmied Lajos 10, Neuhold Öszéb 6, Virág Oszkár 10, Szmodics Kázmér 6, Gidró Bonifác 6, Szabó Jenő 6, Szántó Fidél 6, Budapest V. áll. főg. 10, Gálffy Lajos 6, Winter József 10, Beke Manó 10, Rákosszabai ág. h. ev. főg. 10, Rátz László 10, Kövesligethy Radó 10, Örtvay Rudolf 6, Szépréthy Béla 6, Bogó Samu 10, Tötössy Béla 10, König Dénes 10, Ábrahám István 10, Ráth Lajos 10, Zemplén Győző 10, Privorszky Alajos 10, Bak Elza 10, Stark Ferenc 10, Csopey László 10, Kilián Frigyes 10, Csizhegyi Lajos 10, Balla József 6, Karczagi ref. főg. 5, Bodola Lajos 10, Debreczeni áll. főreálisk. 10, Éber József 10, Máramaroszigeti ref. főg. 10, Dombay Narcisz 6, Szabadkai vár. főg. 10, Gabrowitz Ede 10, Makói áll. főg. 10, Kiss Dénes 6, Luchhaub Gyula 6, Lőcsei áll. főreálisk. 5, Oszlaczky Szilárd 10, Városi nyilv. könyvt. 5, Nagy Balázs 6, Zemplén Géza 10, Bielek Miksa 10, Simkó József 6, Klatt Román 6, Miskolci ref. főgimn. 10, Farkas Gyula 10, Karczagi ref. főg. 5, Selényi Pál 10, Tornitz Iván 10, Rybár István 10, Steiner Lajos 10, Bálint Elemér 10, Pogány Béla 6, Ipolysági áll. főg. 10, Kherndl Antal 10, Kisújszállási ref. főg. 10, Csengery Panika 10, Szakolezai kir. kath. főg. 6, Bartoniek Géza 10, Bpesti V. k. áll. főreálisk. 10, Milahovszky László 6, Fiumei áll. főg. 6, Haich Sarolta 10, Weber Márton 6, Blathy Ottó 10, Mátray Rudolf 6, Neustadt Lipót 10, Csefő Sándor 6, Pék János 6, Ujházy László 6, Kovács Ernő 10, Strausz Ármin 10, Zettner Ede 10, Litán Gergely 6, Rejtő Sándor 10, Tsch Antal 6, Demeczky Mihály 10, Krbek Ferenc 10, Balog Mór 10, Róna Zsigmond 10, Szász Ottó 6, Szuppán Vilmos 10, Hang Dániel 6, Stein János 10, Bodola László 6, Szabó József 6, Finkey József 6, Purpriger István 6, Szekeres Kálmán 10, Csemez József 10, Ujj Gyula 10, Hatvani Ede 10, Ernst Kálmán 10, Bóka István 6, Rigó Ferenc 10, Bacsó Vilmos 6, Magi Ferenc 6, Füzy Rezső 10, Deutsch Lajos 10, Frank János 10, Kopp Lajos 10, Hauszmann Alajos 10, Neményi Anna 10, Pecz Samu 10, Havas Miksa 10, Sós Ernő 10, Juckel Gyula 10, Czákó Adolf 10, Romsauer Lajos 10, Tolnay Lajos 10, Szarvassy Imre 10, Straub Sándor 10, Závodszy Adolf 10, Jurányi Henrik 10, Fejér Lipót 10, Riesz Frigyes 6, Sz. Nagy Gyula 6, Vörös Cyrill 10, Nagyvárdi áll. főreálisk. 10, Dési áll. főg. 6, Körmezbányai áll. főreálisk. 10, Kaposvári áll. főg. 10, Ujvidéki r. k. főg. 10, Gyakorló főgimnázium 10, Jászberényi áll. főgimn. 6, Nagyszebeni áll. főgimn. 10, Dévai áll. főreálisk. 10, Lugosi áll. főgimn. 5, Brádi



polg. főisk. 6, Privigyei kir. főgimn. 10, Budapesti VI. ker. áll. felsőleányisk. 10, Kézdivásárhelyi róm. kath. főgimn. 10, Sepsiszentgyörgyi Mikó kollégium 10, Brassói áll. főreálisk. 10, Gyergyószentmiklósi főgimn. 6, Brádi áll. polg. fiúisk. 3, Szegő Gábor 10, Fröhlich Károly 7.50, Beckné Klein Magda 10, Kovács János 10, Bugarszky István 10, Gáti Béla 10, Arató Frigyes 10, Söpkéz Sándor 10, Jónás Ödön 10, Jászberényi áll. főg. 3, Klupáthy Jenő 10, Maksai Gyula 10, Fiumei állami főg. 3, Bujk Béla 4, Albert Anna 5, Fodor László 6, Erdődy Imre 10, Steiner Miklós 6, Blau Ármin 6, Oblath Richard 10, Képeßy Imre 10, Déri Zsigmond 10, Nagy József 6, Kövessi Ferenc 6.25, Császár Elemér 5.70, Tangl Károly 7, Fekete Jenő 10, Sidon Simon 4, Breuer József 10, Hasenauer Andor 4, Kronberger Ede 10, Nagy Sarolta 10, Oberle Károly 10, Fejes Zsigmond 5.55, Vizsnya Aladár 7.33.

**1917.** Walek Károly 6, Frank István 6, Petry Gyula 6, Jakucs István 6, Grossmidt Lajos 10, Gidri Bonifác 6, Gálffy Lajos 6, Tihanyi Miklós 6, Egri ciszt. r. főg. önk. kör 10, Neuhold Özséb 6, Illosvay Lajos 10, Riegl Sándor 6, Pap János 6, Szőke Béla 10, Selényi Pál 10, Rybár István 10, Bálint Elemér 10, Pogány Béla 6, Ortway Rudolf 6, Pannonhalmi főap. könyvt. 10, Király László 6, Szarvasi ág. h. ev. főg. 10, Ehlend József 6, Jászapáti kir. kath. főg. 10, Woyciehovszky József 10, Jászói prem. kanonokr. 10, Magdics Gáspár 6, Norbertinum főkorm. 10, Heuer Ede 10, Soproni ág. h. ev. lyc. 10, Zipernovszky Károly 10, Nagykalósi áll. főg. 10, Léway Ede 10, Temesvári áll. főreálisk. 10, Csősz László 6, Temesvári áll. főgimn. 10, Bodocs István 6, Szászvárosi ref. koll. 10, Nyáry Béla 6, Győri áll. főreálisk. 10, Baranyi Balázs 6, Soproni áll. főreálisk. 10, Nagy Balázs 6, Lőcsei áll. főreálisk. 10, Zemplén Géza 10, Székelyudvarhelyi róm. kath. főgimn. 10, Bricht Lipót 10, Budapesti V. ker. áll. főreálisk. 10, Goldzicher Károly 10, Borosay Dávid 10, Kovács Ferenc 6, Javorik János 6, Tillinger Istvánka 10, Éber József 10, Farkas Gyula 10, Hortobágyi Zsigmond 6, Anderkó Aurél 10, Kuzaila Péter 6, Koschowitz Gyula 10, Radó Ignác 10, Klug Lipót 6, Bresztovszky Béla 20, Arany Dániel 10, Székely Károly 6, Günsberger Lajos 10, Richter Lipót 10, Bauer Mihály 10, Schuller Alajos 10, Hercz Szidónia 6, Kirchknopf András 6, Kovács Ernő 10, Hirschmann Nándor 6, Bak Elza 10, Rohrer László 10, Rados Gusztáv 10, Vajnóczky István 10, Koren Dénes 10, Hoffmann Ernő 10, Csekeliusz Aurél 10, Frannhoffer Lajos 10, Bozoky Endre 10, Bertram Brunó 6, Szabó Jenő 6, Kilezer Gyula 10, Tersztianszky Sándor 6, Csopay László 10, Oltag Károly 10, Mihalovits Alajos 6, Tasch Antal 6, Byff Imre 10, Széky István 10, Karay Sándor 6, Renner János 6, Palatin Gergely 6, Ábrahám István 10, Lendvay Hugó 6, Széll Kálmán 6, Luchhaub Gyula 6, Jánosi Imre 10, Neumann Jenő 6, Pécsi Albert 10, dr. Sasváry Géza 10, Krék Ferenc 10, Bogdyó Samu 10, Rátz László 10, Hajós Géza 6, Félegyházy Antal 6, Szász Ottó 6, Tóttóssy Béla 10, Rucsinszky Lajos 10, Fenyvesi Andor 10, Pogátsai János 10, Szuppán Vilmos 10, Lupan Vazul 6, Hanauer Jenő 10, Finkay József 6, Purpriger István 6, Blau Ilona 6, Oszlaczky Szilárd 10, Dombay Nárcisz 6, Demonkos Kálmán 6, Pogány Ida 10, Heller Richard 6, Ciszhegyi Lajos 6, Hatvani Ede 10, Bodola Lajos 10, Ernst Kálmán 10, Mende Jenő 10, Magyar Márta 6, Bóka István 6, Bacsó Vilmos 6, Gold Béla 10, Sinkó József 6, Bartoniek Géza 10, Magi Ferenc 6, Füzy Rezső 10, Demeczky Mihály 10, Deutsch Lajos 10, Frank János 10, Baján János 10, Kopp Lajos 10, König Dénes 10, Schrott István 10, Hauszman Alajos 10, Neményi Anna 10, Pecz Samu 10, Kherndl Antal 10, Strauss Hermann 10, Havas Miksa 10, Sós Ernő 10, Juckel Gyula 10, Marcell György 10, Czákó Adolf 10, Bláthy Ottó 10, Romsauer Lajos 10, Nyirő Jolán 6, Tolnay Lajos 10, Széky István 10, Szarvassy Imre 10, Straub Sándor 10, Závodszyk Adolf 10, Szekeres Kálmán 10, Ballenegger Andor 10, Jurányi Henrik 10, Mikola Sándor 10, Privorszky Alajos 10, Biró Dezső 10, Sz. Nagy Gyula 6, Neustadt Lipót 10, Vörös Cyrill 10, Haich Sarolta 10, Soós Sándor 10, Dávid Lajos 10, Dési áll. főgimn. 6, Ciszterci r. tanárképzőint. 10, Debreceni áll. főreálisk. 10, Nagyvárad i. róm. kath. tanítónő-képző 10, Egri áll. főreálisk. 10, Kegyes tanítórend főnöks. 10, Budapesti VI. ker. áll. főreálisk. 10, Marosvásárhelyi róm. kath. főgimn. 10, Kolozsvári egyet. ábr. mért. int. 10, Szentesi áll. főgimn. 10, Debreceni ref. főgimn. 10, Hajdúnánási ref. főgimn. 6, Dombóvári kir. kath. főgimn. 6, Budapesti (kőbányai) X. áll. főgimn. 10, Gyulafehérvári róm. kath. főgimn. 10, Szekszárdi áll. főgimn. 10, Erzsébetvárosi áll. főgimn. 10, Budapesti kir. m. tud. egy. könyvt. 10, Budapesti VI. ker. áll. főgimn. 10, Budapesti VIII. ker. áll. főgimn. 10, Dévai áll. főreálisk. 10, Lugosi áll. főgimn. 5, Szabadkai vár. főgimn. 10, Kecskeméti ref. főgimn. 10, Temesvári felső keresk. isk. 10, Malaczkai Ferenc-r. zárdaf. 10, Makói áll. főgimn. 10, Székér József 2.50, Kolozsvári egyetemi math. szeminarium 10, Fogarasi áll. főgimn. 10, Gyulai róm. kath. főgimn. 10, Brassói áll. főreálisk. 10, Gyergyószentmiklósi főgimn. 6, Ujj Gyula 10, Miskolci ref. főgimn. 10, Brádi áll. polg. fiúiskola 3, Nagyenjedi Bethlen főisk. 10, Wodetzky József 10, Szegő Gábor 10, Sepsiszentgyörgyi ref. főgimn. 10, Ogyallai csillagvizsg. int. 10, Privigyei róm. kath. főgimn. 7.50, Fröhlich Károly 10, Müller József 10, Beckné Klein Magda 10, Kovács János 10, Kisújszállási ref. főgimn. 10, Bugarszky István 10, Gáti Béla 10, Kaposvári áll. főgimn. 10, Nagyvárad i. áll. főreálisk. 10, Steiner Lajos 10, Arató Frigyes 10, Söpkéz Sándor 10, Jónás Ödön 10, Klupáthy Jenő 10, Lugosi áll. főgimn. 5, Jászberényi áll. főgimn. 3, Fiumei áll. főgimn. 3, Csefő Sándor 6, Albert Anna 5, Nagyszebeni áll. főgimn. 10, Kőrmöcbányai áll. főreálisk. 10, Rejtő Sándor 10, Szántó Fidél 6, Milakovszky László 6, Pék János 6, Fodor László 6, Szépréthy Béla 6, Erdődy Imre 10, Straub L. Gyula 6, Winter József 10, dr. Bolla Gy. né 10, Molnár Imre 6, Blau Ármin 6, Oblath Richard 10, Képeßy Imre 10, Kézdivásárhelyi róm. kath. főgimn. 10, Déri Zsigmond 10, Nagy József 6, Weber Márton 6, Kövessi Ferenc 6.25, Fejér Lipót 10, Császár Elemér 5.70, Riesz Frigyes 5.66, Tangl Károly 7, Fekete Jenő 10, Csillag Pál 8.66, Rigó Ferenc 10, Breuer József 10, Szily Kálmán 10, Hasenauer Andor 4, Jászberényi áll. főgimn. 6, Budapesti VI. ker. áll. felsőleányisk. 10, Kronberger Ede 10, Nagy Sarolta 10, Maksai Gyula 10, Fejes Zsigmond 5.55, Visnya Aladár 7.33.

Folytatást lásd a boríték 3. és 4. oldalán.



1918. Walek Károly 6, Frank István 6, Lévy Ede 10, Grosschmid Lajos 10, Kovács Ernő 10, Magyar Márta 6, Király László 6, Bacsó Vilmos 6, Byff Imre I-felére 5, Klug Lipót 6, Bartoniek Géza 10, König Dénes 10, Neményi Anna 10, Nyíró Jolán 6, Szőke Béla 10, Neuhold Öszbén 10, Biró Dezső 10, Mende Jenő 10, Selényi Pál 10, Bauer Mihály 10, Sz. Nagy Gyula 6, Pogány Béla 6, Széll Kálmán 6, Temesvári felsőkeres. isk. 6, Woyciehowsky József 10, Pannónhalmi főapátsg. könyvtára 10, Dávid Lajos 10, Richter Rezső 10, Goldzieher Károly 10, Hosvay Lajos 10, Tillinger Istvánka 10, Szarvasi ág. ev. főg. 10, Kolozsvári egy. ábr. mért. int. 10, Ungvári kthh. képezde 6, Jászói prépostság könyvt. 10, Norbertinum könyvt. 10, Riegl Sándor 6, Grünberger Lajos 10, Soproni ág. h. ev. lyceum 10, Lőcséi áll. főreálisk. 10, Magdics Gáspár 10, Nagykállói áll. főgimn. 10, Temesvári áll. főreálisk. 10, Temesvári áll. főgimn. 10, Wodetzky József 10, Koschowitz Gyula 10, Szászvárosi ref. Kún-koll. 10, Ógyallai csillagv. int. 10, Cisz. r. tanárképző-int. 10, Debreczeni ref. főgimn. 10, Rucsinszky Lajos 10, Gyulafehérvári r. k. főgimn. 10, Soproni áll. főreálisk. 10, Kovács János 10, Gáti Béla 6, Hirschmann Nándor 10, Hatvani Ede 10, Egri áll. főreálisk. 6, Győri áll. főreálisk. 10, Luckhaub Gyula 6, Hajdunánási ref. főgimn. 10, Székelyudvarh. r. k. főgimn. 6, Pécsi Albert 10, Makói áll. főgimn. 10, Szekszárdi áll. főg. 10, Kecskeméti ref. főg. 10, Dombóvári kath. főg. 10, Brassói áll. főreálisk. 10, Ter tyánszky Sándor 6, Rados Gusztáv 10, Lugosi áll. főgimn. 5, Budapesti VIII. ker. áll. főg. 10, Schweitzer Pál 10, Rados Ignác 10, Budapesti VI. k. áll. főgimn. 10, Bertram Brunó 6, Szabadkai vár. főg. 10, Kuzaila Péter 6, Karai Sándor 6, Domokos Kálmán 6, Gálfi Lajos 6, Lupan Vazul 6, Debreczeni áll. főreálisk. 10, Fenyvesi Andor 10, Bricht Lipót 10, Neumann Jenő 6, Székely Károly 6, Palatin Gergely 6, Lendvai Hugó 6, Fekete Kálmán 10, A kegyes tanítórend főnöke 10, Anderkó Aurél 10, Csekeliusz Aurél 10, Albert Anna 5, Czakó Adolf 10, Szarvasi Imre 10, János Imre 10, Heezer Ede 10, Fraunhofer Lajos 10, Tihanyi Miklós 5, Szántó Fidé 6, Szabó Jenő 6, Hortobágyi Zsigmond 6, Nyáry Béla 6, Baranyi Balázs 6, Blau Ilona 6, Kerndl Antal 10, Roznovszky János 6, Bláthy Ottó Titusz 10, Farkas Gyula 10, Szépréthy Béla 6, Koren Dénes 10, B.-p.-i Kegyes. Kala antrium 10, Bak Elza 10, Csosz László 6, Bodola Lajos 10, Vajnoczky István 10, Hoffmann Ernő 6, Winter József 10, Ábrahám István 10, Oszlaczky Szilárd 10, Heller Richard 6, Bodócs István 6, Bogyó Samu 10, Budapesti XI. (kőbányai) áll. főg. 10, Budapesti V., ker. áll. főreálisk. 10, Tötössy Béla 10, dr. Bolla Gy.-né 10, Fábian Béla 6, Dombay Nacisz 6, Kecskeméti áll. főreálisk. 10, Blau Ármin 6, Tass Antal 6, Félégházi Antal 6, Mihálovits Alajos 6, Éber József 10, Ujj Gyula 10, Képeßy Imre 10, Szentesi áll. főgimn. 10, Kovács Ferenc 6, Renner János 6, Szekeres Kálmán 10, Kameniczky Miklós 6, Kilczér Gyula 10, Gyulai r. k. főg. 10, Budapesti polg. isk. tanárk. főisk. 10, Pogány Iduna 10, Breuer József 10, Ballenegger Andor 10, Kövessy Ferenc 6-25, Fejér Lipót 10, Fodor László 6, Privorszky Alajos 10, Császár Elemér 5-70, Ortway Rudolf 5-33, Riesz Frigyes 5-66, Obláth Richard 6, Tangl Károly 7, Fekete Jenő 10, Csillag Pál 8-66, Csopey László 10, Lassovszky Károly 10, Hajós Géza 6, Neustadt Lipót 10, Miskolci ref. főg. 10, Egri áll. főreálisk. 3, Budapesti VI. ker. főg. 10, Széki István 10, Székelyudvarhelyi k. főg. 5, Kisujszállási ref. főg. 10, Szily Kálmán 10, Straub Sándor 10, Kronberger Lajos 10, Oltay Károly 10, Nagyvárad áll. főreálisk. 10, Budapesti tud. egy. könyvt. 10, Nagy Sarolta 10, Löwy Ferenc 10, Maksai Gyula 10, Bozóky Endre 10, Jászberényi áll. főg. 10, Fejes Zsigmond 5-55, Visnya Aladár 7-33, Budapesti VI. k. áll. leányg. 10.

1919. Frank István 6, Walek Károly 6, Albert Anna 5, Tihanyi Miklós 5, Roznovszky János 6, Klug Lipót 10, Lévai Ede 10, Budapesti V. ker. áll. főreálisk. 10, Biró Dezső 9, Tass Antal 6, Kövessy Ferenc 6-25, Magdics Gáspár 10, Luckhaub Gyula 6, Fodor László 6, Jás-óí prépost-könyvt. 10, Császár Elemér 5-70, Ortway Rudolf 5-33, Mende Jenő 10, Riesz Frigyes 5-66, Sz. Nagy Gyula 6, Grosschmid Lajos 10, Obláth Richard 6, Tangl Károly 7, Fekete Jenő 10, Csillag Pál 8-66, Csopey László 10, Szőke Béla 10, Woyciehowsky József 10, Lassovszky Károly 10, Székelyudvarhelyi ref. főg. 10, Goldzieher Károly 10, Tillinger Istvánka 10, Egri áll. főreálisk. 3, Kecskeméti áll. főreálisk. 6, Koschovitz Gyula 10, Budapesti VI. ker. főg. 10, Tihanyi Miklós 3-33, Szentesi áll. főg. 6, Pannónhalmi főapáto . kt. 10, Budapesti kegyr. Kala. ant. 10, Szarvasi ág. h. ev. főg. 10, Temesvári áll. főg. 10, Temesvári áll. főreál 10, Székelyudvarhelyi rk. főg. 5, Jászapáti kir. kat. főg. 10, Szily Kálmán 10, Darkó Béla 10, Budapesti ciszt. r. tanárk. 10, Bodócs István 6, Soproni ág. h. ev. lyceum 10, Debreczeni ref. főg. 10, Hajdunánási ref. főg. 10, Nagykállói áll. főg. 10, Gyöngyösi áll. főg. 6, Soproni áll. főreálisk. 10, Kronberger Ede 10, Szekszárdi áll. főg. 10, Eskulitis Ferenc 10, Simon László 10, Győri áll. főreálisk. 10, Richter Rezső 10, Oltay Károly 10, Blau Anna 10, Tóth Géza Lajos 10, Szalay Uffalu sy László 10, B euer József 10, János Imre 10, Oszlaczky Szilárd 10, Heuer Ede 10, Fraunhofer Lajos 10, Csekeliusz Aurél 10, Kerndl Antal 10, Képeßy Imre 10, Lovas Andor 10, Fekete Kálmán 10, Löwy Ferenc 10, Bor Lajos 10, Domokos Kálmán 6, Szászvárosi ref. Kúnkoll. 10, Székely István 10, Vajnoczky István 10, Éber József 10, Bozóky Endre 10, Rados Gusztáv 10, Tötössy Béla 10, Budapesti VIII. ker. áll. főg. 10, Nyári Béla 5, Fejes Zsigmond 5-55, Visnya Aladár 7-33, Kisujszállási ref. főg. 10, Gyulai r. k. főg. 10, Winter József 10, Rados Ignác 10, Koren Dénes 10.

1920. Walek Károly 6, Lévy Ede 10, Biró Dezső 9, Kövessy Ferenc 6-25, Császár Elemér 5-70, Ortway Rudolf 5-33, Sz. Nagy Gyula 6, Fekete Jenő 10, Tihanyi Miklós 3-33, Szily Kálmán 10, Kronberger Ede 10, Blau Anna 10, Képeßy Imre 10, Szőke Béla 10, Koschowitz Gyula 10, Folkner Frigyes 10, Rados Gusztáv 10, Tötössy Béla 10, Woyetskowsky József 10, Ciszt. r. tanárk.-int. 10, Nyári Béla 5, Soproni áll. főreálisk. 10, Kecskeméti áll. főreálisk. 6, Fejes Zsigmond 5-55, Ág. h. ev. főg. 10, Visnya Aladár 7-33, Bieskei polg. fő- és leányg. 10, Gyulai r. k. főg. 10, Budapesti katonai főreálisk. 10, Kálmán Adolf 10, Winter József 10, Rados Ignác 10, Kisujszállási ref. főg. 10, Bozóky Endre 10, Koren Dénes 10.



**1921.** Biró Dezső 9, Kövessi Ferenc 6.25, Fekete Jenő 10, Tihanyi Miklós 3.33, Szily Kálmán 10, Képeßy Imre 10, Szőke Béla 10, Bozóky Endre 10, Koren Dénes 10, Ciszt. r. tanárk. int. 10, Soproni áll. főreálisk. 10, Bogyó Samu 30, Sasvári Géza 20, Renner János 30, Oszlavszyk Szilárd 20, Lassovszky Károly 10, Magyar Márta 40, Csillag Pál 24.50, Bauer Mihály 30, Straub Sándor 50, Novák István 10, Neustadt Lipót 20, Koschawitz Gyula 10, Winter József 40, Kedves Miklós 10, Polg. tanárk. főisk. 10.

**1922.** Kövessi Ferenc 6.25, Fekete Jenő 110, Képeßy Imre 10, Goldziher Károly 50, Dávid Lajos 40, Kisújszállási ref. főgimn. 10, Benda Jenő 100, Tolnai Jenő 100, Cholnoky Jenő 50, Bauer Mihály 50, Nyáry Béla 50, Heuer Ede 70, Fraunhoffer Lajos 50, Róna Zsigmond 50, Tass Antal 100, Gotlieb Béla 100, Palatin Gergely 40, Csemez József 30, Hoffmann Ernő 150, Tóth Aladár 100, Szőke Béla 50, Csapody Vera 50, Körber Tivadar 50, Békéscsabai ág. h. ev. főgimn. 100, Riegel Sándor 50, Héjas Endre 50, Lassovszky Károly 50, Rados Gusztáv 60, Rosenbaum Ödön 50, Müller József 30, Kronstein Béla 100, Tihanyi Miklós 100, Fenyvesi Aladár 120, Ganz és Tsa Danubius 50, Sárközi Pál 50, Mialovich Mór 50, Császár László 50, Mihálovits Alajos 62, Székely Károly 50, Hasenauer Andor 50, Kuzalia Péter 50, Székely István 50, Vörös Cyrill 50, Farkas Gyula 50, Woyciechovszky József 20, Lendvai Hugó 36, Lovas Andor 100, Folkmer Frigyes 50, Vámos Sándor 100, Csöpey László 100, Heller Richárd 30, Hajós Géza 68, Győri János 50, Blau Ármin 50, Gyulai Zoltán 50, Neuhold Özséb 50, Koschowitz Gyula 51, Eötvös-kollégium 50, Kerber János 100, Kedves Miklós 50, Mende Jenő 50, Fröhlich Károly 50, Rados Ignác 20, Blau Ilona 100, Szabó Gábor 50, Koren Dénes 30, Richter Rezső 30, Czeke-liusz Aurél 70, Hatvani Ede 100, Kegyes tanítórend főnöke 50, Jukucs István 50, Dr. Ernst Kálmán 100, Radó Simon 50.

**1923.** Kövessi Ferenc 18.75, Fekete Jenő 110.

*Dr. Rybár István,*  
pénztáros.

## Meghívó

az **Eötvös Lóránd Mathematikai és Fizikai Társulat** f. é. november 9-én, csütörtökön, d. u. 5 órakor a tud. egy. I. sz. fizikai intézetében tartandó

## XXVII. közgyűlésére

és utána következő

## rendes ülésére.

### A közgyűlés napirendje:

1. Elnöki megnyitó.
2. Titkári jelentés.
3. Pénztárnok jelentése és költségelőirányzat 1922-re.
4. Pénztárvizsgáló bizottságok jelentései.
5. Pénztárnok és választmányi tagok választása.
6. A tanulmányversenyek eredményeinek kihirdetése.
7. Esetleges indítványok (indítványok az alapszabályok rendelkezései szerint előre bejelentendők).

### A rendes ülés napirendje:

*Szarvasy Imre* műegyet. r. tanár: Gázreakciók elektromos térben.

Budapest, 1922. évi október hó 6-án.

**Mikola Sándor.**

**Fejér Lipót.**

**A közgyűlésre külön meghívót nem küldünk.**

FRANKLIN-TÁRSULAT NYOMDÁJA: GÉCZY KÁLMÁN.



## BÁRÓ EÖTVÖS LORÁND EMLÉKEZETE.\*

*Mélyen tisztelt vendégeink, tisztelt Mathematikai és Fizikai  
Társulat!*

A gyászos évfordulóval szomorú időknek szomorú emléke elevenedik fel bennem. Édes magyar hazánk pusztulását látom, a rombadöntés végzetes művét. Látom a gonoszlelkű hazaárulókat, az internacionálista kalandorokat mint züllesztik szét ezer éves birodalmunkat, mint mételezik meg erkölcsileg és bomlasztják fel a hosszú háború alatt győzhetetlen, dicső hadseregünket és pacifizmust hirdetve mint osztják szét ellenséges szomszédaink között a magyar vérrel megszentelt és a természet törvényei szerint egységes hazánkat.. Az ő hazájuk nem is lehetett e föld soha! Hiszen az utolsó gonosztevő is jobban ragaszkodik az ősi röghöz, mint ők, a kik emberi jogokat és szabadságot hirdetve, hosszú évek aknamunkája után elérkezettnek látták az időt, hogy a hatalmat saját maguknak biztosítsák. Nem törődtek azzal, hogy ez önző és galád művükkel mekkora pusztulást okoznak. Hiszen a szerencsétlen béke, a reánk szakadt sok szenvedés és nyomor az ő gonosz vetésüknek áldatlan, de bő termése . . .

E kietlen sívár korszakban, eltompulva a sok lelki szenvedéstől talán nem érezhattük át kellőképen a veszteséget, a midőn a tudomány kiváló magyar bajnoka, báró Eötvös Loránd mult év tavaszán, 1919 április 8-án eltávozott az élők sorából.

---

\* Emlékezés a Mathematikai és Fizikai Társulatnak 1920 április 15-én a budapesti egyetem I. sz. fizikai intézete nagytermében tartott báró Eötvös Loránd Emlékünnepélyén.



Legnagyobb természettudósunkat veszítettük el benne, a ki a fizika tudományát maradandó és örökbecsű alkotásokkal gazdagította, s a ki messze túl az ország határán, az egész művelt világ előtt igaz elismerést, hirt és dicsőséget szerzett a magyarnak! A proletár diktatura, e gyászos emlékü uralom vezérémberei is érezték, hogy már saját érdekükből sem czélszerű, hogy tudományunk e nagy veszteségéről kegyeletesen meg ne emlékezzenek. Ők, kik a szellemi munkát annyira lebecsülték s a testi munka mellett háttérbe szorították, e nagy szellemi munkásunkat mégis mint «a dolgozó társadalom kiváló halottját» a Magyar Nemzeti Muzeum oszlopcsarnokából közköltségen temették el. A rideg szertartáson tudományos testületeink nem juthattak kellőképen szóhoz és így nem róhatták le méltó módon kegyeletük adóját nagy Halottunknak. Ezt tesszük meg most mi, kik szívéhez legközelebb állottunk.

★

Társulatunk *alapítóját, elnökét, lelkes munkását veszítette el benne*, a ki ügyeinkkel mindig szeretetteljesen foglalkozott. s kezdettől fogva azok előbbrevitelén buzgólkodott.

A budapesti matematikusok 1885 őszén b. EÖTVÖS LORÁND HUNYADY JENŐ, KÖNIG GYULA, SCHOLTZ ÁGOSTON és SZILY KÁLMÁN kezdeményezésére magánjellegű társasággá tömörültek. E «Matematikai Társaság» gyakran tartott összejöveleteket, a melyeken tagjai érdekes és változatos ismertető előadásokat tartottak. Néhány év után, felbuzdulva az általános érdeklődésen, a mozgalom vezetői elérkezettnek látták az időt arra, hogy a fizikusokat is csatlakozásra szólítva fel, a társaság működési körét kibővítsék. Az első lépést ez irányban éppen b. *Eötvös Loránd* tette meg, a midőn 1890 december havában «A földi gravitációról» két előadást tartott, melynek végeztével felhívta a jelenlévőket, hogy gyakrabban tarlsanak hasonló összejöveleteket és egyesületté tömörülve, külön szakfolyóiratot indítsanak.

Az óhajtas csakhamar tetté vált. 1891 junius havában *megindultak a «Mathematikai és Fizikai Lapok»*, melyeknek ren-



deltetését «Szaktársainkhoz» intézett felhívásában maga Eötvös a következőkben körvonalazta:

«Folyóiratot akarunk teremteni, mely a mi kedves hazánkban is terjessze tudományszakainknak napról-napra gyarapodó vívmányait, s a mely matematikusaink és fizikusaink tudományos érdeklődését ébren tartva, kedvessé tegye nekik tudományuknak nemcsak művelését, de tanítását is. Azért, ha e lapokat csak magunknak írjuk is, olyan formában, a mint szakember a szakembernek ír, mégis fontos szolgálatot vélünk vele tenni a közművelődésnek, mert kétségtelen, hogy a tanítás sikere úgy a felsőbb, mint a középfokú iskolában mindenekelőtt a tanár tudományos képzettségétől függ».

«Célunk nem a tudomány népszerűsítése s nem is önálló tudományos dolgozatok közlése: mások sikerrel vállalkoztak már e feladatok teljesítésére. Mi tudományosan ismertető czikkek alakjában fogjuk megadni a szakembernek azt a szellemi táplálékot, melyre szüksége van, ha haladni akar, mert jól tudjuk, hogy különösen a tudományban a nemhaladás csak annyit jelent, mint az elmaradás».

Nemsokára ezután végleg megalakult a *Mathematikai és Fizikai Társulat* is, a melynek alakuló közgyűlésén 1891 november 5-én Eötvös, mint Társulatunk elnöke örömmel üdvözölte az egybegyűlt lelkes tagokat s a vállalt feladat lelkiismeretes teljesítésére buzdította, mely bár látszólag könnyű, de érdemes munka, mert «ha elérjük azt, hogy mindenki, a ki hazánkban fizikát és matematikát tanít, igazán fizikus és matematikus legyen: akkor nagy szolgálatot tettünk nemcsak az iskolának, hanem hazánk tudományosságának is». Ily lelkes és nemes intencziókkal indította meg társulatunk működését és továbbra is nemcsak mint elnök hivatalos ügyeink intézésében előnyösen támogatott bennünket, hanem mint a tudomány kiváló munkása nagyérdékű előadásaival és mélytartalmú cikkeivel szorgalmazta fizikai ismereteink haladását.

Társulatunk mindenkor érezte, hogy mily sokkal tartozik nagynevű vezérének. Igaz ragaszkodásának óhajtott kifejezést adni



akkor, a midőn 1894 október 25-én tartott ünnepélyes ülésén Eötvöst mint a nemrég kinevezett vallás- és közoktatásügyi minisztert melegen, szinte családias bensőséggel üdvözölte, s ennek emlékére *mathematikai és fizikai tanulóverseny* Eötvös-díját alapította. Tudományszeretetét és kötelességtudó felfogását tárják eléink szavai, a midőn az üdvözlésekre válaszolva többek között a következőket mondotta:

«De mikor ezen örömről szólok, a melyet nekem most okoztak, nem tagadhatom el azt sem, hogy ezen öröm mellett, mint minden földi öröm mellett van valami fájdalom is, valami abból a fájdalomból, melyet érez az, a ki a megszeretett otthont, a melyben nagyra nőtt, a melyben soká dolgozott, elhagyni kényszerült és a melyet azután később, bár mint szeretett vendég, de mégis csak mint vendég láthat meg. Hisz ez a terem nekem otthonom, kedves otthonom volt, most pedig csak vendégül jelenek meg benne».

«Önök uraim ismernek engem jól, hiszen eddigi pályatársaim, nagyrészt régi barátaim; azért tudják azt, nem szükséges hogy részletesen kifejtsem önök előtt, hogy nem a nagyra-vágyás, nem a hatalom utáni törekvés volt az, a mely arra indított, hogy jelen állásomat elfoglaltam. Tudják, hogy erre is ugyanazon törekvés, ugyanazon célokra való törekvés indított, a mely az előtt vezérelt; az a törekvés: hogy hazánknak a tudomány szolgálatában munkása legyek».

Ugyancsak ragaszkodását és halálját igyekezett kifejezni társulatunk akkor, a midőn 1918-ban 70 éves születésnapja alkalmából a Matematikai és Fizikai Lapok keretén belül egy külön *Báró Eötvös Loránd füzetet* adott ki, a melyben volt tanítványai életét és tudományos működését ismertették. Sajnos, hogy ünnepélyes ülésünkön december 12-én betegsége miatt már nem jelenhetett meg, s így csak közvetve vehette át az «Alapítójának és elnökének, a fizika nagymesterének» ajánlott füzetünk diszpéndányát és csak közvetve értesülhetett ragaszkodásunk és halánk őszinte megnyilatkozásáról.

Az Ég kegyelme nem engedte meg, hogy mindnyájunk forró



óhajtása teljesejék. Súlyos betegsége egyre rosszabbodott és nem sokára győzedelmeskedett felette. Az örök misztérium, a halál megváltotta hosszú, de nagy lelki erővel viselt földi szenvedéseitől. Halandó teste immár az enyészeté, de szelleme él, itt van és itt lesz közöttünk örökké, s úgy mint azelőtt buzditani fog a munkára az Ő szavaival; «*Tanuljunk, hogy annál jobban taníthassunk*».

És most, midőn emlékezetére egybegyűltünk, emlékezzünk meg kegyelettel tartalmas életéről és merítsünk buzditást örökbecsű munkásságából.

★

Báró EÖTVÖS LORÁND a nagy báró EÖTVÖS JÓZSEFnek a kiváló író és politikusnak, és a nemeslelkű ROSTY ÁGNESnek fia 1848 július 27-én született Budán. Eleintén magán úton a szülői háznál tanult, majd a negyedik osztálytól kezdve a piaristák pesti gimnáziumába járt. 1865-ben a pesti egyetemre, mint a jog- és államtudományok hallgatója iratkozott be; azonban már ekkor előszeretettel inkább a matematikával és elsősorban a természettudományokkal foglalkozott, a mely tárgyakat különösen PETZVAL OTTÓ, KRENNER JÓZSEF és THAN KÁROLY kedveltették meg vele. Ismételt kérésére apja beleegyezett abba, hogy jogi tanulmányait félbeszakítsa és 1867-ben a heidelbergi egyetemre menjen, hol már kizárólag természettudományi előadásokat hallgatott és többek között KIRCHHOFF, HELMHOLTZ és BUNSEN kiváló természettudósok tanítványa volt. Egy félében keresztül Königsbergben a híres elméleti fizikust NEUMANNT hallgatta. A doktori oklevelet summa cum laude fokozattal ugyancsak Heidelbergben szerezte meg. Hazajövén a pesti egyetemen 1871-ben a fizika magántanára, majd 72-ben az elméleti fizika, 75-ben pedig a kísérleti fizika rendes tanára lett. Mint fiatal egyetemi tanár 1876-ban HORVÁTH BOLDIZSÁR igazságügyi miniszter leányát, GIZELLÁT vette nőül.

Tanársága első éveiben kizárólag az elméleti fizikából és annak egyes fejezeteiből tartott előadásokat. Később e mellett már a kísérleti fizikát is előadta. A mikor pedig 1878-ban az



egyetem érdemes tanára JEDLIK ÁNYOS nyugalomba vonult, a *kísérleti fizika oktatása* teljesen az ő kezeibe került. E tárgyban a tanárok, orvosok és gyógyszerészek köréből generációkat nevelt. Magas nivójú előadásaiban mindenkor a dolgok lényegére tapintott, s hallgatói előtt hámozta ki a természeti jelenségek mélyén fekvő igazságokat, nagy súlyt helyezvén azok szigorú és szabatos formulázására. Ily módon hallgatóit a fizikai-gondolkodásra igyekezett megtanítani. Ezenkívül még időközönként néhány nagyon értékes külön kollégiumot is hirdetett, a melyekben a fizikának az ő saját kutatásai körébe eső egyes részleteit tárgyalta. Az ő tervei, illetőleg az ő utasításai szerint épült 1883–86 években az egyetem ezen *új fizikai intézete*, s ő rendezte be azt akként, hogy a kor színvonalán állva, nem csupán kvalitatív kísérletek, hanem pontos mérések és exakt fizikai kutatások végzésére is alkalmas legyen.

Általában szíven hordta és sokoldalúan *előmozdította a főiskolai oktatás tökéletesítését* és ezzel lényegesen hozzájárult ahhoz, hogy kis magyar nemzetünk kulturája európai színvonalra emelkedjék. Mint fiatal egyetemi tanár TREFORT ÁGOSTON vallás- és közoktatásügyi miniszter megbízásából a francia oktatásügyet Párisban tanulmányozta, s az ott tapasztaltakat hazai viszonyaink érdekében igyekezett értékesíteni. Az egyetem bölcsészettudományi karának ülésein a fontosabb ügyeket többnyire ő irányította és kartársai nagy súlyú véleményét mindig kiváló figyelemre méltatták.

Ez egyetemi oktatás sikerének legfőbb biztosítékát nem intézményeiben, hanem megfelelő *tudós tanáraiban* látja. Ismételten foglalkozik e kérdéssel és többek között rektori székfoglaló beszédében mondja: «Tudományos az iskola, tudományos a tanítás ott, de csakis ott, a hol tudósok tanítanak. Hozzátehetem, hogy a tudósnak nem a sokat tudót, hanem a tudomány kutatóját nevezem»... «A tudós ki a tudomány igazságait hallgatói előtt mindig újra meg újra fölfedezni látszik s az egyes tételeket a maga módja szerint egy épületben összehordja: annál biztosabban fogja hallgatóinak érdeklődését



felébresztetni, mennél inkább sajátja az a gondolatmenet, a melyet követ»... «A gondolkodásban önállóságot csak az olyan tanár tanítása adhat, a ki maga önállóan gondolkodik, s épen ez az önállóság az, a mi legszükségesebb a tudósnak, mint a gyakorlat emberének»... «Az egyetem tudományos tanításának színvonalát egyedül tanárainak egyénisége állapítja meg. Az egyetemi kérdés ezért mindenek előtt személyi kérdés, a mely mellett a szervezetére, szabályaira vonatkozó kérdések csak másodrendű érdekűek. A külföldön e kérdésnek ez a személyes oldala tényleg előtérben áll; az egyes egyetemek jó vagy rossz híre, hallgatói számának gyarapodása vagy fogyása egyes tanárok személyéhez van kötve». Tudós tanárookra pedig csak akkor számíthatunk, ha fiatal tudósainknak oly megélhetést biztosítunk, mely zavartalan tudományos foglalkozásukat lehetővé teszi. Mert a míg egy-egy tudományszaknak művelői széles e hazában csak három vagy négy olyan állásra számíthatnak, a mely nekik az anyagi és tudományos megélhetést némileg biztosítja, addig nem pezsegethet hazánkban a tudományos élet, addig a tudomány valóban idegen hatalom fog maradni közöttünk»...

A célszerű oktatást főleg abban látja, hogy a hallgatóság az egyetemen lehetőleg magas színvonalú, *tudományos kiképzésben részesüljön*. Erre vonatkozólag egy másik rektori beszédében a tanárképzésről szólva következőket mondja: «képezzük tudóssokká középiskolai tanárainkat azért, hogy tanítani tudjanak, de azért is, hogy pályájokon, a mely földi javakkal, dicsőséggel és bizony még az érdekelte elismeréssel is alig kecsegtet, ne bénuljon el erejük a mindennap ismétlődő feladatok iránti közönyösségben, hogy legyen egy olyan foglalkozásuk is, a mely varázsával mindig ébren tartsa törekvésöket és megnyisson előttük olyan utat, a melyen a magasabbra törő emelkedhetik».

Különösen sokat használt oktatásügyünknek azok al az intézkedéseivel, a melyeket 1894-ben, mint *vallás- és közoktatásügyi miniszter* rendelt el. Politikai okok miatt azonban minisztertervége nagyon rövid ideig, mindössze csupán hét hónapig



tartott, melynek megszűntével újból elfoglalta egyetemi tan-zékét. Bár a tudományra nézve kétségtelenül nyereség volt, hogy ismét visszatért laboratóriumába, oktatásügyünk viszont sokat veszített ezzel. Minisztersége alatt kezdeményezett intéz-ke dései közül különösen ki kell emelnünk a *Bárá Eötvös József Kollégium* alapítását, a mely külföldön is kedvezően ismert és mirdaszerűen berendezett intézetben fiatal tehetséges főiskolai hallgatók jó ellátásban részesülnek és kiváló tanárok vezetése mellett, a szükséges összes tudományos segédeszközök birto- kában, gond nélkül folytathatják tanulmányaikat. Eötvös mint a kollégium örökös kurátora mindenkor szeretettel foglalkozott az intézet ügyeivel s nagy örömmel látta, hogy növendékei az életben mennyire bevélnak és mily szép eredményeket érnek el.

Ugyancsak neki köszönhetjük, hogy tájására a magyar tudománynak nemesszívű mecénása SEMSEY ANDOR hazánkban az angol fellowságnak megfelelő intézményt létesített, melynek keretén belül tehetséges fiatal tudósok elegendő nagy évjára- dékot kaptak, hogy a mindennapi élet gondjaitól menten a tudomány előbbvitelén munkálkodhassanak. Ugyancsak ő tárta fel e meghitt barátja előtt tudományos életünknek különösen égető hiányait és fogyatékoságait, a melyek pótlásáról azután SEMSEY bőkezűen gondoskodott. Nagy része volt abban, hogy 1890-ben SEMSEY tiz, egyenkint 10,000 forintos akadémiai pályadíjat tűzött ki a különböző tudományágakban megírandó könyvekre, a melyek kifejezetten a magyarságra és Magyarországra vonat- koznak.

Tudományos életünkben általában kiváló szerepet vitt. A *Magyar Tudományos Akadémia* 1873-ban levelező tagjává vá- lasztotta. A fiatal Eötvös tudatában volt annak, hogy e kitün- tetés egyelőre nem az ő érdemeinek elismerése, hanem a nagy Eötvös József fiának megbecsülése. Székfoglaló értekezésében ezt őszintén meg is vallotta, de hozzáteszi, «hogy e név, a melyet legnagyobb öröklött kincsének tekint, folyton arra inti őt, hogy reá munka által érdemessé váljék». Ez ígérétét csak- hamar be is váltotta. Már tisztán az ő tudományos érdemeit



jutalmazta az Akadémia akkor, a midőn 1883-ban rendes tagjává, 1889-ben pedig elnökévé választotta. E minőségében is arra igyekezett hatni, hogy a magyar tudomány művelését oly fokban előmozdítsa, hogy azt a külföld is észrevegye és gazdagodásnak tekintse az egész világ. Ismételten hangoztatja saját hitvallását, hogy a tudományt csak önmagáért és minden mellékes cél nélkül művelhetjük eredményesen, mert «a tudomány, mint féltékeny kedves, csak annak homlokára nyomja csókját, ki minden percét neki szenteli». E meggyőződés vezette őt akkor is, a midőn 1905-ben az Akadémia elnöki tisztségétől megvált, s lemondó levelében írja «Mулnak az évek s bár munkaerőmet lankadni még nem érzem, mégis minden lenyugvó nap arra int, hogy a Mindenhatótól nekem kiszabott munkaidő előbbutóbb végére jár. Addig, a míg erőm tart, addig a míg erőm van munkára, első, mert csak általam teljesíthető feladatomnak kell tartanom azt, hogy kiegészítsem és feldolgozzam azt a tudományos anyagot, melyet évtizedek alatt nagy fáradsággal és részben éppen Akadémiánk támogatásával összehordtam. A meddig élek, ennek kell, hogy éljek. Mielőtt késő volna, erre kell összegyűjtenem erőmet, megválva azon állásaimtól, melyek annak további szétforgácsolását okoznák».

Élénk részt vett a *Kir. Magyar Természettudományi Társulat* működésében, a melynek 1869 óta tagja, 1880 óta pedig alelnöke volt. Több értékes cikket írt a társulat Közlönyébe s a hetvenes években annak természettani rovatát is szerkesztette. A társulat szakülésein és népszerű estélyein több érdekes és nagyfontosságú előadást tartott. 1874-ben a társulat Könyvkiadó Vállalata részére JENDRASSIK JENŐVEL együtt HELMHOLTZ «*Népszerű tudományos előadások*» című művét fordította le.

Ezenkívül úgyszólván valamennyi számottevő tudományos és kulturális társulatainknak tagja volt és sokban vezérszerepet vitt. Tagja volt az 1881-ben összeülő párisi *Nemzetközi Elektromos Kongresszusnak*, mely az elektromos méréseknél használandó mértékegységeket állapította meg. Mint a *Nemzetközi*





*Földmérés* bizottságának magyar delegátusa annak ülésein Budapesten, Hamburgban és Cambridgeben előadásokat tartott.

Első sorban azonban tudós volt a szónak valódi értelmében, *csendben és szerényen munkálkodó igazi tudós*, a ki tulajdonképpen a saját öröme végezte kutatásait. Munkásságáról szólva tehát annak igazi tartalmával, tudományos működésével kell kissé bővebben foglalkoznunk.

Kutatásaiban a saját útján haladt. Csupán első tudományos dolgozatai kapcsolatosak a fizika akkori kedveltebb problémáival. Így a Magyar Tudományos Akadémia Értesítőjében és a Poggendorff Annalen der Physik und Chemieben 1874-ben megjelent dolgozata *«A rezgések intenzitása tekintettel a rezgési fényforrásnak és az észlelőnek mozgására»* tulajdonképen egy oly kérdést tárgyal, a melyre a párisi akadémia néhány évvel előbb pályadíjat tűzött ki. Akadémiai székfoglaló értekezése *«Adatok az elektrosztatika elméletéhez»* és *«Az elektromos sűrítés egy új módjáról, a sűrítő gyűrűről»* szóló tanulmánya ugyancsak a korabeli fizika kérdéseivel függ össze.

Ezekről eltekintve úgyszólván állandóan az ő nagy problémáinak, a *kapillaritás*, a *gravitáció* és a *mágnesség* kutatásának szentelte munkásságát. Már magában véve jellemző éleslátású és nagy kutató szellemére, hogy éppen e kérdésekkel foglalkozott előszeretettel, a melyeknek jelenségei annyira megszokottak, hogy a felületes szemlélő nem igen látja bennük a felderítendő sok ismeretlent. Közben nagy érdeklődéssel vette a fizika újabb kísérleti felfedezéseit és nagy, átfogó elméleteit; de ezekkel csak akkor foglalkozott részletesebben, ha kedvelt tárgyait érintették. Szorgalmas és kitartó tudományos buvárkodásai oly fontos eredményekre vezettek, a melyek mindenkor örökbecsűek lesznek és új perspektivákat nyitva, hosszú időkre alapot nyújtanak a további kutatásokra.

A hetvenes évek elejétől kezdve majdnem két évtizeden keresztül a *kapillaritással*, a *folyadékok felületén működő erőkkel foglalkozott*. Ezek az erők szabják meg a pohár víz felületének alakját, ezek hatására lesznek a cseppek gömbalakúak, ezek



okozzák, hogy a víz vékony hajszálcsővekben fölemelkedik. Mindezeket a látszólag különböző kapilláris jelenségeket egységesen magyarázhatjuk és quantitative levezethetjük, ha egy a folyadékok felületében működő erőt tételezünk föl, mely a felületet kisebbiteni törekszik. Ez erőnek mértéke a *felületi feszültség*, melyen a folyadék felületében a hosszegységre működő feszítő erőt értjük. E felületi feszültség magának az anyagnak jellemző állandója, értéke azonban még a hőmérséklettől is függ.

Még hallgató korában Königsbergben gondolta ki új kísérleti módszerét a felületi feszültség, illetőleg az azzal egyszerű kapcsolatban lévő *kapilláris állandó* meghatározására. Később ezt az eljárást kísérletileg kidolgozta és egyúttal az irányban tökéletesítette, hogy vele az üvegcsőbe zárt, és így saját telített gőzével érintkező folyadék felületi feszültségét is meghatározhassuk. Nagy előnye ennek az «*Eötvös-féle reflexiós módszer*»-nek az egyéb eljárások felett, hogy a zárt csőben a folyadék felülete sem szennyeződik, s így a felületi feszültségre biztos és határozott értékeket kapunk. Kiváló előnye továbbá, hogy a leforrasztott csőben a folyadékok felületi feszültségét a forráspont feletti hőmérsékleteken egészen a kritikus hőmérsékletig észlelhetjük, ama nevezetes hőmérsékletig, a melyen a folyadék és gőze közötti különbség megszűnik.

Elméleti megfontolásokból kiindulva vezette le Eötvös azt a nevezetes összefüggést, a mely a folyadékok különböző hőmérsékleteken mért felületi feszültsége és azok molekulásúlya között megállapítható, s a mely szerint a *különböző folyadékok molekuláris felületi energiája a hőmérséklettel arányosan és egyformán változik*. Reflexiós módszerével felfegyverkezve nagyszámú folyadékon végzett méréseivel e törvény helyességét kísérletileg igazolta. E nevezetes összefüggés az egész tudós világ előtt *Eötvös-féle törvény* néven ismeretes. Igaz, hogy felfedezése után néhány évvel az angol kemikus *Ramsay* ugyanezt a törvényt lényegtelen eltéréssel, kissé más formulázásban állította fel, s ez alapon felfedezéséhez is bizonyos jogot igényelt,



a mit azonban a későbbi tudományos irodalom az igazságnak megfelelőleg nem ismert el.

E törvény alapján a folyadékok felületi feszültségéből a molekulasúlyt határozhatjuk meg. Különösen fiziko-kémiai szempontból nagyfontosságú e módszer, mert ilyen módon a folyadékoknak, mint folyadékoknak határozzuk meg a molekulasúlyát s így *a folyadék molekuláinak szerkezetére és azok asszociálódására* következtethetünk. Már maga Eötvös, később pedig részletesebben magam e törvény érvényességét a folyadék-elegyekre és oldatokra is kiterjesztettük.

E törvény alapján továbbá *a felületi feszültség a folyadékok kritikus hőmérsékletével is kapcsolatba hozható*. E formulázásában a tétel teljesen hasonló a közismert BOYLE-MARIOTTE-GAY LUSSAC-féle egyesített gáztörvényhez. Alapvető jelentőségét pedig mi sem igazolja jobban, mint a kiváló fizikusok és kémikusok hosszú sora, a kik azzal úgy elméletileg, mint kísérletileg már eddig is foglalkoztak.

A nyolczvanas évek végétől kezdve Eötvös majdnem megszakítás nélkül *a gravitációval, a nehézségi erővel* foglalkozott. Ez az egyetemes erő nyilvánul meg a testek súlyában, ez az erő tartja össze a világrendszert és szabja meg az égi testek mozgásait. Gravitációs vizsgálatainak vezérgondolata, hogy *a nehézség térbeli változásainak meghatározására a torziós ingát használja fel*. Vizsgálati módszerét két biztos pillérre fektette. Az egyik az eljárás szigorú fizikai-matematikai elméletének kifejtése, a másik az e célra alkalmas, szinte hihetetlen érzékenységu eszköz megszerkesztése volt. Ily módon kezében a fizikusok lomtárában heverő eszköz, a torziós mérleg — mely lényegében nem egyéb egy vékony dróton függő vízszintes rúdnál — csodákat művelt. Eddig hozzáférhetetlen problémák megoldását tette lehetővé a tudományban, legújabb alkalmazásában pedig biztos varázsvesszőként nyújt felvilágosítást a gyakorlati geológusnak a Föld mélyének felkutatásában. Eszközéről szólva maga mondja: «Egyszerű, mint Hamlet fuvalája, csak játszani kell tudni rajta, és miként abból a zenész gyönyör-



ködtető változatokat tud kicsalni, úgy ebből a fizikus, a maga nem kisebb gyönyörűségére, kiolvashatja a nehézségnek legfinomabb változásait».

Eötvös torziós eszközeivel először hosszú ideig a laboratóriumban kísérletezett, s e közben *gravitációs variométereit* fokozatosan annyira tökéletesítette, hogy óriási érzékenységük mellett a szabadban is megbízható adatokat nyújtsanak. Miután a próbamérések az eszköz használhatóságát a szabadban igazolták, az első részletesebb fölvételt 1901-ben a Balaton jegén végeztük. Azóta a rendszeres fölvételek folytonosan és pedig egyre szélesbedő mederben folynak. 1907-ig a Magyar Tudományos Akadémia, illetőleg SEMSEY ANDOR bőkezű adakozása tette lehetővé e mérések végzését, ez időtől kezdve pedig az állam nagymértékű anyagi támogatása biztosítja folytatásukat. A szabadban való fölvételek végzésére valóságos külön mérési expedíciókat kellett szerveznünk, a melyek vezetésével engem tisztelt meg professzorom bizalma. Eszközeinkkel egyes a gravitációs zavarok szempontjából érdekesnek ígérkező területeket vizsgáltunk meg és pedig főleg az Alföldön és az erdélyi folyóvölgyekben. Nagyszámú méréseink alapján a megvizsgált területeken a nehézségi erő változásainak oly részletes térképét készíthettük el, a miből azután fontos és érdekes következtéseket vonhattunk.

Végtelenül nagy Eötvös módszerének *tudományos jelentősége*, de nem kevésbbé fontosak azok a *gyakorlati jellegű következtetések* is, a melyeket a végzett mérések eredményei nyújtanak. A Föld kérgének egyenlőtlen tömegeloszlása, az abban foglalt különböző sűrűségű anyagok ugyanis a vonzó erőben és így a Föld felületén működő nehézségi erőben is elárulják jelenlétüket s ennek következtében ez erő részletes ismeretéből, melyet eszközeink nyújtanak, a földalatti rétegekre s azok menetére, sőt bizonyos fokig azok minőségére is következtelhetünk. Az így szerzett adatok nagy segítségünkre lehetnek a só, az olaj, a földgáz felkutatásában és lehetővé teszik, hogy a próbafúrásokat oly kedvező helyeken mélyítsük le, a



hol a legtöbb eredménnyel kecsegtetnek. Böck Hugó kiváló geológusunké az érdem, hogy javaslatára a pénzügyminisztérium bányakutatói osztálya már néhány év óta e méréseket gyakorlati kutatásokra is felhasználja.

A Nemzetközi Földmérés összejevetelein Eötvös *e geofizikai méréseiről* több előadást tartott, a melyeket a legkiválóbb szakemberek a legmelegebb elismerésben részesítettek. Ma már a francziák, a németek, az angolok, az olaszok, az osztrákok, a lengyelek, a horvátok és messze tőlünk a japánok foglalkoznak ilyen vizsgálatokkal és Eötvös-nek jórészt Budapesten készült eszközeivel mérnek. Érdekes, hogy a külföld és közöttük a németek eleintén hidegen fogadták e vizsgálatokat. Nem hitték, hogy a szabadban észlelve a szükséges nagy pontosságot és biztosságot elérhetjük. Miután azonban nagyobb észlelési sorozatok és a bennük mutatkozó rendszeresség kapcsán módjukban volt a mérések megbízhatóságáról meggyőződni, a módszer legbuzgóbb pártolóiává lettek. Így maga HELMERT, a néhány év előtt elhunyt berlini egyetemi tanár, a porosz kir. geodéziai intézet igazgatója, a Nemzetközi Földmérés elnöke, eleintén ugyancsak nem igen bizott e mérésekben, később pedig a legnagyobb elragadtatással nyilatkozott róluk. Így mikor 1915-ben ingamérések végzése céljából Potsdamban jártam, ismételtén volt alkalmam HELMERT-tel a mérésekről beszélgetni, a mikor is többek között a következőket mondotta: a felső geodézia két legesodálatosabb műszerének tartja a libellát és az Eötvös-féle eszközt, mert mind a kettő lényegében olyannyira egyszerű és mégis okkal-móddal használva, általuk a Föld alakjára és felszínének szerkezetére vonatkozólag oly fontos és messzemenő következtetéseket vonhatunk.

Eötvös a torziós mérleget egyéb gravitációs vizsgálatokra is előnyösen felhasználta. Így többek között egy érdekes torziós eszközt, „*gravitációs kompenzátor*»-t szerkesztett, a melynek érzékenységét, alkalmas módon elhelyezett nagyobb ólomtömegek vonzó hatásával, szinte a végtelenségig fokozhatta, s ily módon jelentéktelen gravitáczióális hatások lemérését tette



lehetővé. Érdekes példaként emlitem, hogy így kompenzátorával az attól másfél méter távolságban ülő ember tömegét egy százaléknyi pontossággal megmérhette, tisztán annak a torziós mérlegre gyakorolt vonzó ereje alapján.

Ugyancsak a torziós eszközt használta fel a következő feladat megoldására. A fizika tanítása szerint ugyanis a gravitáció, a tömegvonzás az anyagnak általános tulajdonsága, és pedig a testek tekintet nélkül anyagi minőségükre egyformán vonzzák egymást. Fizikai szempontból nagyfontosságú ez erőt jellemző adatnak, *a gravitációs állandónak meghatározása*. A kiváló fizikusok közül többen különböző eljárásokkal határozták meg ezt az adatot. Eötvös is foglalkozott ezzel a kérdéssel és sajátos *dinamikus módszerével* meglepő pontosságot ért el.

Újabb elméleti megfontolások és analógiák, valamint egyes fizikusok legújabb kísérletei látszólag azt igazolták, hogy ellentétben az előbb említettekkel, a gravitáció s így a testek súlya azok anyagi minőségétől is függne. Így különösen meglepőek voltak LANDOLT és HEYDWEILLER kísérletei, kik alkalmas módon teljesen zárt, leforrasztott üvegcsövekben kémiai reakciókat hajtottak végre, a mikor is mérlegen kimutatható súlyváltozást észleltek. E szerint tehát a reakció előtti és utáni termékek nehézsége, súlya különböző volna. Eötvös csodálatosan érzékeny eszközeit e kérdés megvizsgálására előnyösen felhasználhatta és velük pontos méréseket végzett. Majd a midőn *a göttingeni egyetem e fontos kérdés tisztázására, az 1909. évre pályadíjat tűzött ki*, PEKÁR DEZSŐ és FEKETE JENŐ társaságában még pontosabb megfigyeléseket végzett, a melyek minden eddigit meghaladó, szinte hihetetlen  $\frac{1}{200\,000\,000}$  pontossággal igazolták a régi felfogás helyességét, hogy *a tömegvonzás az egymásra ható testek anyagi minőségétől független*, s így a gravitációs állandó a különböző anyagokra nézve ugyanazon értékű állandót jelent. Szerzők e vizsgálatokkal a nemzetközi pályázat első díját nyerték el.

Más szavakkal kifejezve e kísérleti eredmény azt mondja,



hogy a *nehézség, a gravitáció a tehetetlenséggel, a tömeggel arányos*. Különösen fontos e tény a fizika legújabb elmélete, az *Einstein-féle általános relativitási elmélet* szempontjából, a mely szerint ugyanis az anyagnak ugyanaz a tulajdonsága a körülményekhez képest, majd mint tehetetlenség, majd mint nehézség nyilvánul meg, s így a kettőnek egymással természetesen és okvetellenül arányosnak kell lennie.

Eötvös gravitációs vizsgálataihoz hasonló módon a másik csodás földi erőt, a *földmágnességet* is kutatásai körébe vonta. A mágnesség eltérőleg a gravitációtól már a testeknek nem általános tulajdonsága és csupán egyes anyagok, így a vas, a nikkel, bizonyos érczek és kőzetek mágnesesek nagyobb mértékben. Ennek az erőnek részletes ismerete tehát bizonyos következtetéseket enged meg a Föld kérgében rejlő mágneses tulajdonságú anyagokra s így módot nyújt arra, hogy ezeket a többiektől külön választhassuk. Eötvös geofizikai kutatásai alkalmával mindenkor meghatározta a földmágnességi adatokat is, s ezzel a mérések eredményeiből vonható következtetéseket kibővítette.

Ezenkívül gravitációs variometereihez lényegében hasonló módon olyan újabb eszközöket szerkesztett, a melyek a *földmágneses erő térbeli változásainak tanulmányozására* alkalmasak. E nagy érzékenységgű eszközökkel egyúttal nagyon kis mágneses hatásokat kimutathatott és pontosan lemérhetett. A végzett kísérletek többek között arra az érdekes eredményre vezettek, hogy nagyon csekély mértékben úgyszólván minden test mágneses tulajdonságú.

Kiválóan fontosak és nagyjelentőségűek továbbá a legújabb, a *földön mozgó testek nehézségére, súlyára vonatkozó kísérletei*, s érdekesek azok a körülmények, a melyek őt ez utolsó kutatásaira vezették. A potsdami porosz kir. geodéziai intézet ugyanis HECKER professzor vezetése alatt a nagy óceánokon gravitációs méréseket végzett, és pedig alkalmas kísérleti eljárással a mozgó hajón. Eötvös az erről szóló közleményt tanulmányozván, rájött arra, hogy az adatok feldolgozásában



a hajó haladási sebességét nem vették figyelembe, a mi pedig az eredményeket észrevehetően megváltoztatja. HECKER eleintén nem akart hitelt adni Eötvös e magánúton és szerény formában közölt megjegyzésének s a problémát a legnagyobb német fizikusok elé terjesztette, a kik egyhangúan Eötvös javára döntöttek. A potsdamiak ezután külön e kérdés megvizsgálására a Fekete-tengeren újabb méréseket végeztek, a melyek Eötvös felfogásának helyességét kétségtelenül igazolták.

Kutató szelleme nem nyugodott addig, a míg oly alkalmas kísérleti berendezést nem eszelt ki, a melylyel a kérdéses hatást a laboratóriumban kimutathatta, illetőleg pontosan lemérhette. Ily módon kísérletileg igazolta, hogy *a földön mozgó testek nehézsége, illetőleg súlya megváltozik*: a kelet felé mozgó testek könnyebbek, a nyugat felé mozgók pedig nehezebbek lesznek. E kísérlet egyúttal a Föld forgásának egy újabb fényes bizonyítéka, mely jelentőségében még FOUCAULT klasszikus ingakísérletét is felülmulja, mert fontos összefüggést állapít meg a mozgás és a nehézség között s ezzel a fizika legújabb problémáit érinti és kapcsolatos mindazokkal a kérdésekkel, a melyek a világrendszer fölépítésére és szerkezetére vonatkoznak.

Végül nem hagyhatjuk említés nélkül, hogy több *eredeti előadási eszközt* szerkesztett és több *eredeti előadási kísérletet* állított egybe. Nagy súlyt helyezett arra, hogy a kísérletek a bemutatandó jelenséget és annak lényegét szembeötlő, szinte csattanós módon tüntessék elő. Továbbá lehetőleg mindig arra törekedett, hogy a jelenségeket ne csak kvalitatív módon mutassa be, hanem hogy kísérleteivel a kvantitatív viszonyokat is szemléltetően tárgyalja.

Tudományos működése természetesen különböző *külső elismerésekben* is részesült. A Magyar Tudományos Akadémia 1897-ben a nagy jutalommal, a Kir. Magyar Természettudományi Társulat pedig 1911-ben a Szily-éremmel tüntette ki; a berlini Porosz Kir. Tudományos Akadémia kültagjává választotta; a krakkói Jagello-egyetem és a kristiániai Norvég Kir. Frederik



Egyetem tiszteletbeli doktorává avatta. A francia becsületrend lovagja, a Ferencz József-rend nagykeresztése, a magyar főrendek házának tagja, valóságos belső titkos tanácsos és a Pro Litteris et Artibus díszjelvény tulajdonosa volt. Kiváló érdemeit ismerte el a magyar kormány, a midőn tudományos és felső oktatásügyi intézményeinkben nagy és többnyire vezető szerepet juttatott neki. Maga Eötvös e külső elismeréseket sohasem kereste, a legnagyobb elismerést mindenkor saját magában és a tudományos kutatásainak eredményeiben lelte fel. Egyik akadémiai beszédében mondja: »Miért nem elégszik meg a tudós azzal a néki adott leirhatatlan gyönyörűséggel, a melyet minden, még a legcsekélyebb igazságnak felfedezése is nyújt?» . . . , s ő valóban többnyire megelégedett a saját gyönyörűségével.

Őszinte lelkesedéssel választotta tudományos pályáját és már kora ifjúságában nemes ambíziótól áthatva, nagy czélokat tűzött maga elé. E felfogása nyilatkozik meg ismételten apjával folytatott érdekes és szinte költői hangulatú levelezésében, a melyben mint két őszinte barát beszélget egymással apa és fiú.

Az apa elmondja politikai és nagy kulturális terveit, a melyekkel korát megelőzve, hazánk előrehaladását óhajtja biztosítani, hogy az a nemzetek versenyében számottevő tényező lehessen. Elpanaszolja fiának a sok keserűséget, a melyet az emberek kicsinyessége és megnemértése okoz, a midőn nemes terveit félremagyarázva, azoknak ellene szegülnek. Örömmel látja fiában a természettudományok iránti lelkesedést, s többek között írja: »valóságos megnyugtatósomra szolgál, hogy más pályán látlak. Haladj bátran előre és ne sajnáld fáradságodat. A tudomány körében a legnagyobb erőfeszítés eléri jutalmát, mert azt nem várja az emberektől, hanem magában a tudományban találja. A legfőbb élvezet a földön bizonyosan azon érzet, hogy magasabb álláspontot értünk el; s az emberek legjobb akarattal alacsony vállaikon nem emelhetnek senkit magasra, azt mindenki csak saját erejével teheti. Adjon az ég erőt ehhez, adjon kitarást, s annyi megelégedést, mennyi egy emberi szívben megfér».



A fiú, a midőn a jogi pályának hátat fordítani készül, és a természettudományok tanulmányozására külföldre menni óhajt, írja levelében: «Az ambitio s kötelességérzet, mely nem csak egy privilegizált nemzet, hanem az egész emberiség irányában köt le, velem született; e két indulatot kielégíteni úgy, hogy a mellett egyéni függetlenségemet megtartsam, életcélom, s legalább eddig úgy találtam, hogy annak leginkább akkor felelhetek meg, ha tudományos pályára lépek».

Egy későbbi levelében életpályájának megválasztásáról írja: «azt hiszem, hogy az alapelvnek, melyet minden tevékenységünkben vezérül választunk idealisnak, olyannak kell lenni, melyért szívünk feldoboghat, s mely magában is elég bátorságot önthet kebelünkbe, hozzá nehézségek között is hűnek maradni. Ez elv nem más, minthogy az egyénnek kötelessége az emberiség boldogításáért tőle kitelhetőleg működni»... «nem látok magam előtt fontosabb, sőt mondhatnám nem látok más feladatot, mint az ország művelésében közreműködni»... «Nincs út, mely egyenesebben és biztosabban vezetne e célhoz, mint a tudomány terjesztése; csak ha a fiatalság, mely egyetemünkön oly nagy csoportban dorbézol, a tudományt szeretni, tisztelni tanulja, lehet reményünk, hogy a kitűzött célhoz el fogunk jutni. Feltett szándékom e szerint a tudomány terén, és mert ez erőmet teljesen igénybe veszi, kizárólag a tudomány terén működni, s nem látok arra szebb módot és alkalmat, mint minő a tanári állás tudományos intézeteink egyikén».

Önálló tudományos munkássága kezdetén írja: «Eljutottam ahhoz az irigylésreméltó pillanathoz, melyben mint szabad úszók először ugrunk be vezetés nélkül a tudományba — s megvallom, hogy én e pillanatban is töprenkedtem; töprenkedtem a felett, hol s miféle módon tegyem ez ugrást». Ezután folytatólag részletesen kifejti első tudományos dolgozatának terveit.

Ilyen idealizmussal és nemes buzgalommal indult el tudományos pályáján. *Ez az érzés lobogott benne élte fogytáig* és serkentette a szakadatlan, nem egyszer, szinte pihenés nélküli



munkára. Csodálatos éleslátásával meglátta a természet jelenségeinek mélyén rejlő igazságokat, és átfogó gondolkozásával észrevette az egymástól távol eső részletek közötti kapcsolatot. Merész fantáziájaival lehetőnek tartotta oly kísérleti feladatok megoldását, melyekre előtte senki még csak gondolni sem mert. A megsejtett és kitűzött cél felé haladva, nagy körültekintéssel és kritikával végezte mintaszerű kísérleti kutatásait, a melyekben mindenkor az emberi gyarló eszközökkel elérhető legnagyobb pontosság és tökéletesség lebegett szemei előtt. Soha meg nem szűnő lelkesedése, kiváló tehetsége és fáradhatatlan szorgalma tették lehetővé, hogy a fizika tudományát nagy és örökéletű alkotásokkal gazdagította.

Nem kívánt lehetetlent a tudománytól, mert mint mély gondolkozású, igazi tudós, tudatában volt *az emberi elme véges képességeinek*. Negyven év előtt mondott szavai most is időszerűek: «A jelenkor egyik legcsodálatosabb tévedésének kell tekintenünk, hogy annyian hallgatnak azon álpróféták szavára, kik a vallás dogmái helyett természettudományi dogmákat kínálnak középkori türelmetlenséggel, de történeti jogosultság nélkül. Az igazi természettudós az ilyen önámítástól távol áll, tudja, hogy osztályrészül a természet végokaival szemben a lemondás jut, de azért nem csügged el, mint Faust, ki véges munkáért végtelen jutalmat követelt, hanem ernyedetlenül halad előbbre az elérhetetlen cél felé, s örömet talál magában a kutatásban s azon eredményekben, melyeket az emberiség jólétének előmozdítására értékesít.»

Akadémiai elnöki beszédeiben ismételten foglalkozik a tudomány feladatával és ezzel kapcsolatos problémákkal. Mély *filozófiai felfogás és igazi költői lélek* nyilatkozik meg e fejtegetéseiben. Az apjától örökölt költői hajlam egyébként tudományos működésében is érvényesül. Hiszen a tudományban is nagy szerepe van a költői fantáziának, ha mindjárt a tudós nem is kötött formában fejezi ki gondolatait.

Gimnazista korában verseket is írt, a melyeket GYULAI PÁL elég sikerülteknek ítélt. Iratai között egy verses könyve ma-



radt fenn, a mely jórészt 15 éves korából hetven egynehány versét tartalmazza. Lássuk ezek egyikét:

### Anyámnak.

1863. szept. 18.

Midőn feljött a hold s a csend beállta,  
Terjedt fának tövében ültem én,  
És képzetemben messze elrepültem . . .  
Áldott anyám rólad emlékezém.

S a lantot is már már kezembe vettem,  
Hogy zengjek, ég áldását kérve rád,  
Midőn a fa zúgni kezdett felettem,  
S én elbámulva hallgatám szavát.

S a fa beszélt: «midőn ifjú koromban  
Lesujta engem a bős fergeteg,  
Anyád volt az, ki újra fölsegített;  
Az ég hatalma áldja érte meg».

És zengni kezdett a kicsiny madárka:  
«Midőn megfogtak pajzán gyermekek,  
Anyád volt az ki újra elbocsátott;  
Az ég hatalma áldja érte meg».

S a lepke, a virág, minden mi érez,  
Fejedre oh anyám! áldást rebeg;  
De egy, ki mindenét nyeré tetőled,  
Nem tud szólni, csak hallgat gyermeked.

Kedvesen nyilatkozik meg e versben rajongó gyermeki szeretete, mely később férfikorában is változatlanul élt benne édes anyjának 1913-ban bekövetkezett gyászos elhunytáig.

A költői lélek melegen érző szívvel, a minden igazért, szépért és jóért buzgólkodó életfelfogás mély értelemmel párosult benne. E tulajdonságok tették igazán megnyerővé és páratlanul lebilincselővé vonzó egyéniségét. *Igazi Ember volt a szó legnemesebb értelmében.*

★

Csak ép testben lakhatott ily üde lélek! A nagy szellemi munka közben mindenkor időt szakított magának arra, hogy testi üdeségéről is gondoskodjék. Különböző sportot űzött és



különösen előszeretettel turistáskodott. Két leányával együtt a nyarat többnyire a tiroli dolomitokban töltötte, hol nem egy nehezen hozzáférhető csúcsot hódítottak meg a hegymászásnak.

Nyári üdüléseiből mindenkor felfrissülve tért vissza laboratóriumába, nagy munkakedvvel folytatta kísérleti kutatásait, megvalósítani igyekeztén nyaranta kigondolt újabb terveit. Az ő állandó nagy problémáival kapcsolatban nem egyszer a fizika más érdekes kérdéseivel is foglalkozott és jelentős igazságokat fedezett fel bennük, de eredményeit nem találta annyira teljesnek és kialakultnak, hogy azokat közlétegye. Megjelent értekezéseiben is kutatásainak csupán legfőbb részleteit és legfontosabb eredményeit foglalta össze. Aránylag rövid közleményeit lapozgatva ma, mikor a nem egyszer jelentéktelen és súlytalan tudományos dolgozatok özönével jelennek meg, nem is gondoljuk, hogy azoknak egy-egy oldala mögött hónapok és nem egyszer évek szorgalmas munkája rejlik. E körülmény magyarázza, hogy különösen a külföld jó ideig nem értékelte tudományos munkásságát oly fokban, mint azt jelentősége és belső értéke megérdemli. Örömmel állapíthatjuk meg azonban, hogy ma már ez a felfogás megváltozott és az egész művelt világ elismeri tudományos kutatásainak alapvető és messze kiható jelentőségét, a mely Eötvös nevét a fizika tudományában örök életűvé tette. Vele beteljesedett az, a mit még évtizedekkel ezelőtt az Akadémia egyik közgyűlésén elnöki megnyitójában a tudományok művelőinek buzdítólag mondott: «Igazán diadalünnep akkor lesz, a mikor a magyar tudomány haladását meg fogja látni és gazdagodásnak fogja tekinteni az egész világ!» Bár hazafiságát sohasem hangoztatta, mégis mindenkor érettünk, a magyarságért dolgozott.

Őrizzük meg hálás kegyelettel az ő emlékét, munkálkodjunk tovább az ő szellemében. Igyekezzünk, hogy a vezető szerepet, a melyet geofizikai kutatásaival nagy szelleme a magyarságnak biztosított, továbbra is megtarthassuk. Ezzel állítunk igazán méltó és maradandó emléket nagy Halottunknak.

Dr. Pekár Dezső.



## SÜSS NÁNDOR.

Megdöbbenéssel vettük 1921 tavaszán a hírt, hogy a villamos elütötte és pár órai haláltusa után április 1-én örök nyugalomra tért a szakadatlan munka tevékeny embere. A magyar præcisiós mechanika alapítóját és tanítómesterét veszítettük el benne; tehetséges, buzgó és önzetlen segitőtársunkat a fizikai és technikai tudományos kutatásokban és gyakorlati mérésekben.

Mint igazi vérbeli mechanikus, családja tradícióját követte pályáján; hiszen úgy ősei, valamint rokonai, jórészt ugyancsak kiváló mechanikusok voltak. Apja Süss WERNER egy ideig a marburgi egyetem mechanikusa volt, később Amerikába vándorolt, hol kiváló hírnévre tett szert, úgy különféle értékes szabadalmak kidolgozásában, valamint egyes műszerek szerkesztésében; végül mint a tengerparti és tengermélység mérések műszerkonstruktőrije működött. Többek között ő találta fel, ő szerkesztette a grammofont. Nagyapjának SCHUBARTH THEODOR-nak jönevű mechanikai műhelye volt ugyancsak Marburgban, hol jórészt fizikai és tudományos műszereket gyártottak. Nagybátyja, ifj. SCHUBARTH THEODOR, a genti egyetem mechanikusa volt.

Süss NÁNDOR 1848 szeptember 25-én a *hesseni Marburg*-ban született. Már kora gyermekéveiben nagyapjának, SCHUBARTH THEODOR-nak műhelyében dolgozott és tizennégy éves korában teljesen kész mechanikus volt. Húsz éves korában átvette nagyapja műhelyét. Egy évi tanulmányidőt nagybátyjánál *Gent*-ben töltött s visszatérve Marburgba, egyetemi mechanikus lett. Innen 1876-ban a *kolozsvári egyetem* hívta meg az ott szervezett mechanikus állásra.

A vallás és közoktatásügyi m. kir. miniszter 1884-ben *Buda-*



*pestre* rendelte és egy *mechanikai tanműhely* felállításával bízta meg, hogy ily módon ezen fontos iparág nálunk is meghonosíttassék. Süss e megbízatásának a legnagyobb lelkiismeretességgel tett eleget. A tanműhelyt a Mozsár-utczában nyitotta meg és 1890-ben Budára, egy nagyobb telekre, az Alkotás-utczába helyezte át, a mely egyrészt rázkódástól mentes, másrészt pedig alkalmas volt arra, hogy a geodeziai műszerek jusz-tírozásához való fixpontok a szükséges nagyobb távolságokban felállíttassanak. A mechanikai, gép-, asztalos- és lakkozó osztályból álló műhelyt itt külön fémöntődével bővítette ki, a melyben különösen a műszerekhez gyakorta szükséges vasmentes öntvények házilag készültek. Ily módon a távcsövek optikájának kivételével a gyártott műszerek minden egyes alkatrészét magában a műhelyben állították elő.

A tanműhely kezdetben a mechanikussághoz tartozó min-féle műveletekkel foglalkozott, később azonban kizárólag csak a *præcisiós mechanika* körébe vágó munkákat vállalt, nevezetesen geodeziai, erdészeti, bányászati, tengerészeti, csillagászati és egyéb szigorúan pontos tudományos műszereket gyártott. Az ily eszközök szakszerű készítése évtizedeket meghaladó gyakorlatot, kellő szakértelmet, a legszigorúbb pontosságot és kitartást igényel. Süss-nek sikerült a kezdet óriási nehézségeit leküzdeni és hazafiúi büszkeséggel állapíthatjuk meg, hogy műszerei a hasonló külföldi gyártmányokkal nemcsak versenyeztek, hanem néha bizonyos tekintetben azokat túl is szárnyalták. Fokozatosan megbízható és valóban kiváló mechanikus generációt nevelt, a kik közül egyesek itt nálunk önállósították magukat, mások pedig a külföld legelőkelőbb hasonló gyáraiban vezető állásokat töltenek be.

Az államilag segélyezett tanműhely 1900-ban megszűnt és Süss NÁNDOR magánvállalatává alakult át, a melynek kereskedelmi teendőit a *Calderoni és Társa* budapesti cég látta el. Kezeiben az intézmény egyre jobban fejlődött. Már 1904-ben a Csörsz-utczában saját tervei szerint külön gyárat építtetett, mely úgy a célnak megfelelő fekvésénél, kedvező elhelyezésé-



nél és beosztásánál, valamint egyre gyarapodó gépberendezésénél fogva alkalmassá vált arra, hogy a præcisiós mechanika terén ne csupán hazánknek egyre fokozódó igényeit ellássa, hanem egyes műszereket a szomszéd államokba, a külföldre is exportálhasson. A háború alatt ezenkívül a közös hadseregnek tűzérési eszközöket is gyártott.

Egyáltalán nem kisebbítjük kiváló érdemeit akkor, ha őszintén megemlítjük, hogy a mennyire elsőrangú volt Süss NÁNDOR mint szakember, annyira kevésbé volt üzletember. Ez magyarázza meg azon sajnálatos körülményt, hogy megrendelésekkel szinte túlterhelt vállalata mégis anyagi nehézségekkel küzdött. Emiatt gyárából 1918 január 1-én részvénytársaságot alakított oly módon, hogy a technikai igazgatás kezeiben maradt. A háború befejezése után a hazaáruló módon felidézett forradalom és a romlást hozó kommunizmus súlyos anyagi helyzetbe sodorta a vállalatot, a melyet legújabbán egy tőkeerős csoport vett át s igyekszik nagyérdemű alapítójának szellemében továbbfejleszteni.

Süss NÁNDOR veleszületett kiváló mechanikus érzékkel, lankadatlan szorgalommal és igaz lelkesedéssel dolgozott. Egyrészt ő maga számos műszert konstruált, másrészt a kutató tudósok kívánsága szerint a legkülönbözőbb rendeltetésű eszközöket állította elő. Így különösen nagy segítségére volt nemrég elhunyt kiváló fizikusunknak, báró Eötvös LORÁND-nak, a kinek intézetében az eszközök egész sorát ő készítette. Többek között Eötvös világhírű gravitációs műszerei is az ő műhelyében készültek és egészen a távol Japánig hirdetik a magyar præcisiós mechanika fejlettségét. Ezen eszközök készítése és fokozatos tökéletesítése közben számtalanszor tapasztalhattam azon igazán szeretetteljes gondosságot, amelylyel Süss maga fáradtságot nem kimélve dolgozott azokon.

Igazi becsvágygyal az egyre nagyobb tökéletesség elérésére törekedett, a mint azt mindinkább kiváló műszerei fényesen igazolják. Gyárának berendezését is fokozatosan mindjobban kifejlesztette. Utolsó éveiben állandóan azon tervvel foglalkozott,



hogy az üvegcsiszolást is bevezesse, hogy ily módon távesővei optikáját is maga készítvén, a külföldről teljesen függetlenül dolgozhassék.

Vele született saját tulajdonságainak megfelelőleg a rendet, pontosságot és szorgalmat munkásaitól is megkivánta, viszont azonban mindent megtett azért, hogy boldogulásukat és jólétüket előmozdítsa. Érdekes, hogy egy időben komoly lépéseket tett az irányban, hogy gyárát ZEISS híres jénai optikai intézetéhez hasonló módon szervezze meg, a mely szerint az intézet vagyona bizonyos értelemben a mindenkori alkalmazottaknak, vagyis az egységes intézménynek tulajdonát képezze és mindenki, a ki az intézetben munkálkodik, tehetsége és érdemei szerint részesüljön a tiszta nyereségben.

Munkálkodása külső elismerésekben is részesült. A király a koronás aranyéremkeresztel tüntette ki. Gyártmányai több mint húsz kiállításon különböző kitüntetésekben részesültek. Hogy csak a főbbeket említsük: 1892-ben a nemzetközi kiállításon Philippopolben aranyérmet, 1896-ban a milleniumi kiállításon Budapesten kiállítási nagyermet, 1897-ben a nemzetközi kiállításon Brüsszelben grand prix-t, 1900-ban a nemzetközi kiállításon Párisban aranyérmet kapott. Igazi örömét azonban nem ezekben, hanem magában a munkában és az elért eredményekben találta, hiszen a munka volt az ő életető eleme.

Idegenből, Németországból szakadt hozzánk. Vendégszeretünket bőven meghálálta. Csendben, szorgalmas munkájával többet használt hazánknak, mint sok hangos hazafi. Az ő soha el nem évülő érdeme, hogy nálunk a præcisiós mechanikát meghonosította és hazánkat e téren a művelt nyugati államok sorába emelte.

Hálás kegyelettel őrizzük meg emlékezetét!

*Dr. Pekár Dezső.*



## EGÉSZ EGYÜTTHATÓS TRIGONOMETRICUS POLYNOMOK EGY NEVEZETES TULAJDONSÁGA.

A

$$\tau(x) = a_0 + (a_1 \cos x + b_1 \sin x) + (a_2 \cos 2x + b_2 \sin 2x) + \dots + (a_n \cos nx + b_n \sin nx)$$

kifejezést  $n$ -edfokú trigonometricus polynomnak — a

$$\tau(x) = 0$$

egyenletet pedig  $2n$ -edfokú trigonometricus egyenletnek fogjuk nevezni. E trigonometricus egyenletekre fennáll a következő nevezetes tétel:

*Ha az*

$$a_0, a_1, a_2, \dots, a_n \\ b_1, b_2, \dots, b_n$$

*együtthatók rationalis egész számok és*

$$a_n = 1, \quad b_n = 0,$$

*ha továbbá a*

$$\tau(x) = 0$$

*trigonometricus egyenlet összes gyökei valós számok, akkor ezek mindannyian a  $\pi$ -nek (a Ludolf-számnak) rationalis többszörösei.*

E tétel bizonyítása a következő egyszerű megfontolásokból folyik. Hozzuk be a

$$z = e^{ix}$$

helyettesítéssel új ismeretlennek a  $z$ -t, akkor a

$$\cos kx = \frac{z^k + z^{-k}}{2}, \quad \sin kx = \frac{z^k - z^{-k}}{2i} \\ (k=1, 2, \dots, n)$$



ismeretes összefüggések fölhasználásával a

$$\tau(x) = 0$$

egyenletet a

$$\begin{aligned} T(z) \equiv & (a_n - b_n i) z^{2n} + (a_{n-1} - b_{n-1} i) z^{2n-1} + \dots + \\ & + (a_1 - b_1 i) z^{n+1} + 2a_0 z^n + \\ & + (a_1 + b_1 i) z^{n-1} + (a_2 + b_2 i) z^{n-2} + \dots + (a_n + b_n i) = 0^1 \end{aligned} \quad (1)$$

$2n$ -edfokú algebrai egyenletbe vihetjük át, a melynek figyelemre-méltó szerkezete van. A középső tagjának,  $2a_0 z^n$ -nek, együtt-hatója valós szám; a tőle symmetricusan elhelyezett tagok együtt-hatói conjugált complex számok. Világos továbbá, hogy minden gyökének abszolút értéke 1-gyel egyenlő, mert, ha  $x$  valós, akkor

$$|z| = |e^{ix}| = |\cos x + i \sin x| = (\cos^2 x + \sin^2 x)^{\frac{1}{2}} = 1.$$

Ugyanilyen tulajdonságú a

$$\begin{aligned} z^{2n} T\left(\frac{1}{z}\right) \equiv & (a_n + b_n i) z^{2n} + (a_{n-1} + b_{n-1} i) z^{2n-1} + \dots + \\ & + (a_1 + b_1 i) z^{n+1} + 2a_0 z^n + \\ & + (a_1 - b_1 i) z^{n-1} + (a_2 - b_2 i) z^{n-2} + \dots + (a_n - b_n i) = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

egyenlet is, mert ebben is a középső tag együtt-hatója valós szám, a tőle symmetricusan fekvő tagoké conjugált complex értékek és végül minden gyökének abszolút értéke ismét 1-gyel egyenlő, mivel gyökei a

$$T(z) = 0$$

egyenlet gyökeinek reciprok értékei.

Az (1) és (2) egyenletek szorzása a

$$\Phi(z) \equiv z^{2n} T(z) T\left(\frac{1}{z}\right) = 0$$

$4n$ -edfokú egyenletre vezet, a melynek minden együtt-hatója valós és rationalis egész szám, mert a mint az (1) és (2) rész-

<sup>1</sup> Ez az egyenlet RIESZ FRIGYES-től származik. L. FEJÉR LIPÓT Ueber trigonometrische Polynome» című értekezését Crelle Journal 146 p. 56.



letes kiírás mutatja —  $T(z)$  és  $z^{2n} T\left(\frac{1}{z}\right)$  conjugált complex kifejezések. Ezenfelül közvetetlenül látható, hogy a  $\Phi(z)$  ben  $z$  legmagasabb hatványának együtthatója 1-gyel egyenlő, mert feltevésünk szerint

$$a_n = 1, \quad b_n = 0.$$

Mivel pedig a

$$\Phi(z) = 0$$

gyökei nem egyebek mint az (1) és (2) egyenletek gyökei egyttvéve, azért a

$$\Phi(z) = 0$$

egyenlet minden gyökének absolut értéke 1-gyel egyenlő.

A

$$\Phi(z) = 0$$

egyenletre, a felsorolt tulajdonságai alapján alkalmazható KRONECKER-nek classikus tétele, a melynek értelmében *valamely algebrai egyenlet összes gyökei egységgyökök, valahányszor minden gyökének absolut értéke 1-gyel egyenlő és továbbá a többtagújában az ismeretlen legmagasabb hatványának egyttthatója 1, a többi együtthatók pedig mindannyian rationális egész számok.* A

$$\Phi(z) = 0$$

egyenlet minden gyöke tehát egységgyök és így, mivel

$$z = e^{i\omega},$$

a

$$\tau(x) = 0$$

trigonometrikus egyenlet minden gyöke a  $\pi$ -nek rationalis többszöröse.

*Rados Gusztáv.*



## ALGEBRAI EGYENLETEK GYÖKEIRŐL.

Azon vizsgálatoknál, melyek algebrai egyenletek gyökeinek elhatárolására vonatkoznak, rendszerint csak az együtthatók abszolút értékei jönnek tekintetbe. Ha pl. az

$$x^n + a_1 x^{n-1} + \dots + a_n = 0$$

egyenlet együtthatói abszolút értékükre nézve mind kisebbek  $M$ -nél, akkor az ismeretes MAC-SAURIN-féle becslés szerint az egyenlet minden gyöke kisebb abszolút értékre, mint  $M+1$ . Épen ennek a becslésnek a kapcsán hívta föl KÜRSCHÁK professzor úr figyelmemet arra a problémára, a melylyel ez a dolgozat foglalkozik. Ez a probléma a következő:

Tekintsük mindazon  $n$ -edfokú algebrai egyenleteket:

$$a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots + a_n x^n = 0, \quad (1)$$

melyekre nézve az együtthatók abszolút értékei adott számok:

$$|a_0| = \alpha_0, \quad |a_1| = \alpha_1, \dots, |a_n| = \alpha_n.$$

Legyen  $E$  azon halmaz, melyet az összes (1) egyenletek gyökei képeznek. Ez az  $E$  halmaz vizsgálandó.

Az  $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_n$  számokról a következőket tesszük föl:  $\alpha_0 \neq 0$ ,  $\alpha_n \neq 0$ , különben az egyenlet fokszáma redukálódna. Ha az összes közbülső együttható zérus, akkor (1) binom egyenlet,  $E$  egyetlen körből áll. Föltesszük tehát, hogy nem minden közbülső  $\alpha$  zérus.

Tegyük:

$$\begin{aligned} f_0(x) &= -\alpha_0 + a_1 x + \dots + a_n x^n \\ f_1(x) &= \alpha_0 - a_1 x + \dots + a_n x^n \\ &\dots \dots \dots \\ f_n(x) &= \alpha_0 + a_1 x + \dots - a_n x^n. \end{aligned}$$



I.  $z_0$  akkor és csak akkor tartozik  $E$ -be, ha:

$$f_i(|z_0|) \geq 0, \quad (i=0, 1, 2, \dots, n)$$

*Bizonyítás:* Ha  $|z_0| = \varrho$  tesszük, akkor egy

$$a_0 + a_1 z_0 + \dots + a_n z_0^n = 0$$

egyenlet geometriailag annyit jelent, hogy az

$$a_0, a_1 \varrho, \dots, a_n \varrho^n$$

közökből zárt polygont lehet rajzolni; a bizonyítandó tétel tehát, a mint erre RIESZ FRIGYES professzor úr figyelmeztetett, azonos a következővel:

Adott  $n$  közből, melyeknek hosszai  $d_1, d_2, \dots, d_n$ , akkor és csak akkor lehet zárt polygont rajzolni, ha a közök bármelyike kisebb, mint a többinek összege.

A föltétel szükséges; mert legyen

$$z_1 + z_2 + \dots + z_n = 0 \quad \text{és} \quad |z_i| = d_i.$$

Akkor

$$-z_i = z_1 + \dots + z_{i-1} + z_{i+1} + \dots + z_n$$

$$|z_i| \leq |z_1| + \dots + |z_{i-1}| + |z_{i+1}| + \dots + |z_n|.$$

A föltétel elegendő.  $n = 3$  esetén, vagyis a háromszögre, az állítás igaz. Ha  $n > 3$ , legyen pl.  $d_1$  a legnagyobb köz. A többi rakjuk föl egymás mellé egy egyenesen; így kapunk egy  $AB$  közt. Legyen  $M$  ennek a felezőpontja, és  $P$  egyik osztáspont, a mely  $M$ -mel szomszédos, vagyis az  $MP$  közön belül ne feküdjék további osztáspont. Akkor  $MP$  teljesen benn fekszik a  $d_2, \dots, d_n$  közök valamelyikében, tehát  $MP \leq d_1$ . Azonfölül:

$$|AP - BP| = MP \leq d_1$$

$$AP + BP \geq d_1,$$

tehát az  $AP, BP, d_1$  közökből háromszög rajzolható, és az egyúttal egy a  $d_1, \dots, d_n$  közökkel rajzolt zárt polygon.

Ez a bizonyítás KÜRSCHÁK professzor úrtól származik.

E szerint a tétel szerint első dolog az  $f_i(x)$  polynomok előjelváltozását vizsgálni pozitív  $x$ -ekre. A DESCARTES-féle jel-



szabály szerint  $f_0(x)$ ,  $f_n(x)$ -nek egy-egy pozitív valós gyökük van, legyenek ezek  $\varrho_0$ ,  $\varrho_n$ . Ugyanezen jelszabály szerint a közbülső polynomok valós pozitív gyökeinek száma 0 vagy 2. Legyenek, növekvő indexek szerint rendezve,  $f_{i_1}, f_{i_2}, \dots, f_{i_k}$  azok a közbülső polynomok, melyeknek két különböző pozitív valós gyökük van, és legyenek  $\varrho_1$  és  $\sigma_i > \varrho_i$  az  $f_i(x) = 0$  egyenlet pozitív valós gyökei. Akkor:

$$\varrho_0 < \varrho_{i_1} < \sigma_{i_1} < \dots < \varrho_{i_k} < \sigma_{i_k} < \varrho_n \quad (A)$$

### Bizonyítás.

Először is

$$f_0(x) + f_n(x) = a_1x + \dots + a_{n-1}x^{n-1},$$

és mivel föltétel szerint nem minden közbülső  $a$  zérus,  $f_0(x)$   $f_n(x)$ -nek nincs közös pozitív valós gyöke. Ha bármely más két polynomot összeadunk, az összeg egyik együttthatója sem negatív, viszont vagy  $2a_0$ , vagy  $2a_n$ , vagy mindkettő szerepel, mint együtttható; következésképp egy pozitív valós  $x$ -re sem tűnik el egyszerre két polynom. Az (A) sorban fölirt számok tehát mindenestre különbözők.

$f_0(x)$  az  $x=0$  helyen negatív,  $x=+\infty$ -re pozitív és mivel csak egy pozitív valós gyöke van, a  $0 \leq x < \varrho_0$  közben negatív. Ha tehát  $z_0 \in E$ -nek egy pontja, akkor I. szerint:

$$f_0(|z_0|) \geq 0 \quad \text{és így} \quad |z_0| \geq \varrho_0.$$

Ugyanigy kapjuk, hogy  $|z_0| \leq \varrho_n$ . Az (A) sorozatban tehát  $\varrho_0$  a legkisebb és  $\varrho_n$  a legnagyobb. Legyenek  $f_k, f_{k+l}$  közbülső polynomok és  $\lambda_k, \lambda_{k+l}$  ezeknek egy-egy valós pozitív gyöke. Az  $f_k(\lambda_k)$  kifejezésnek egyetlen negatív tagja  $-a_k \lambda_k^k$ , és mivel  $f_k(\lambda_k) = 0$ , kell, hogy:

$$-a_k \lambda_k^k + a_{k+l} \lambda_k^{k+l} < 0 \quad (1)$$

legyen. Sem  $a_k$ , sem  $a_{k+l}$  nem lehet zérus, mert akkor  $f_k(x) = 0$ , illetőleg  $f_{k+l}(x) = 0$ -nak nem lehetne pozitív valós gyöke. (1)-ből

$$\lambda_k^l < \frac{a_k}{a_{k+l}}.$$



Az  $f_{k+l}(\lambda_{k+l})$  kifejezésnek szintén csak egy negatív tagja van,  $-a_{k+l}\lambda_{k+l}^{k+l}$ , és így:

$$a_k \lambda_{k+l}^k - a_{k+l} \lambda_{k+l}^{k+l} < 0$$

$$\lambda_{k+l}^l > \frac{a_k}{a_{k+l}} > \lambda_k^l$$

és innen  $\lambda_{k+l} > \lambda_k$ . Az (A) sorozat számai között tehát tényleg érvényesek a fölirt egyenlőtlenségek.

Legyen  $z_0$   $E$ -nak egy pontja. Azt már kimutattuk, hogy  $\varrho_0 \leq |z_0| \leq \varrho_n$ . Ha  $f_i(x) = 0$  pozitív valós gyökei  $\varrho_1$  és  $\sigma_i > \varrho_i$ , akkor, mivel  $f_i(0) > 0$ ,  $f_i(+\infty) > 0$ , és  $\sigma_i$ ,  $\varrho_i$  egyszerű gyökök, a  $\varrho_i < x < \sigma_i$  közben  $f_i(x)$  negatív. I. szerint tehát  $|z_0|$  nem fekszik ebben a közben. Rajzoljunk most  $z=0$  körül a  $\varrho_0$ ,  $\varrho_{i_1}$ ,  $\sigma_{i_1}$ , ...,  $\varrho_{i_k}$ ,  $\sigma_{i_k}$ ,  $\varrho_n$  sugarakkal köröket. Ezek  $k+1$  körgyűrűt határolnak meg, melyeket sorban a  $\varrho_0$ ,  $\varrho_{i_1}$ ;  $\sigma_{i_1}$ ,  $\varrho_{i_2}$ ; ...  $\sigma_{i_k}$ ,  $\varrho_n$  körök határolnak. Az eddigiek szerint:

II. E  $k+1$  zárt körgyűrűből áll, melyeket sorban az említett körök határolnak.

III. Az egyes gyűrűkben minden (1) egyenletnek egyenlő számú gyöke fekszik.

### Bizonyítás.

Ha ugyanis

$$a_0 + \dots + a_n z_n = 0, \quad a'_0 + \dots + a'_n z^n = 0$$

két ilyen egyenlet, akkor

$$|a_i| = |a'_i| = a_i.$$

Ha az  $a_i$  együtthatót az  $|z| = a_i$  körön folytonos módon  $a'_i$ -ig változtatjuk, a gyökök is folytonosan változnak és mivel egyik gyök sem léphet ki abból a gyűrűből, a melyikben eredetileg volt, az egyes gyűrűkön belül a gyökök száma nem változik. Mivel az  $f_i(x) = 0$  egyenletek szintén (1) alakúak, következik egyúttal, hogy minden egyes gyűrűben legalább egy gyök fekszik.

Ha minden közbülső polynomnak két különböző pozitív valós gyöke van, a gyűrűk száma  $n$ . Mivel a gyökök száma  $n$ , az







zik, hogy egy kevéssel eltoljuk fölfelé  $x\varphi_i(x)$  görbáját; ennek pedig pozitív  $x$ -ekre negatív minimuma van. Ha tehát  $\varepsilon_0$  elég kicsiny, a  $(B)$  polynomokra és az

$$\varepsilon_0 + a_1x + \dots + a_nx^n = 0 \quad (C)$$

egyenletre a tétel áll. Ha most  $\varepsilon$ -t folytonosan növeljük, a megfelelő gyűrűk és ezeken belül a  $(C)$  egyenlet gyökei folytonosan változnak és mindaddig, amíg a gyűrűk száma nem változik, a tétel igaz. Milyen módon változhat a gyűrűk száma? Ha  $\varepsilon_0$ -t növeljük,  $\phi_0$  görbéje lefelé, a többi fölfelé tolódik el. Ha  $\phi_i$  egy közbülső polynom, a melynek eredetileg két különböző pozitív valós gyöke volt, tehát pozitív  $x$ -ekre negatív minimuma és ennek a görbáját fölfelé eltoljuk, akkor ez először érinti, majd az  $x$ -tengelyt, ekkor két gyűrű összeolvad, azután nincs pozitív valós gyök; a gyűrűk száma tehát csak fogyhat. Legyenek pl. 5, 7; 7, 11; 11, 15 három egymásra következő gyűrű indexei és a két első olvadjon össze. A  $\sigma_5 \dots \varrho_{11}$  közben  $(C)$ -nek  $7 - 5 + 11 - 7 = 6$  gyöke feküdt abszolút értékre. Ha most ez a két gyűrű összeolvad, akkor, mivel a gyököknek abszolút értékei, a  $\sigma - k$  és  $\varrho - k$  is folytonosan változtak, megint 6 gyök lesz abszolút értékre nézve a  $b_5 \dots \varrho_{11}$  közben, vagyis éppen  $11 - 5$ . A szabály tehát igaz marad, ha szomszédos gyűrűk összeolvadnak. Mivel pedig új gyűrű  $\varepsilon_0$  növelése közben nem léphet föl,  $\varepsilon_0$ -t egészen  $a_0$ -ig növelhetjük, a gyökök mindig a tétel szerint lesznek elosztva a gyűrűkre.

Innen, miént melléktétel rögtön következik:

V. Ha  $z_0$  nem tartozik  $E$ -be, akkor pontosan egy  $\lambda$  indexre  $f_\lambda(|z_0|) < 0$ . Az  $|z| < |z_0|$  körben minden (1) egyenletnek  $\lambda$  gyöke fekszik.

Legyenek egy (1) egyenlet gyökeinek abszolút értékei, növekvő sorrendben:

$$\varrho_1 \leq \varrho_2 \leq \dots \leq \varrho_n.$$

Akkor a tekintetbe jövő egyenletekre nézve  $\varrho_1, \varrho_2, \dots, \varrho_n$  mindegyikének van maximuma, legyenek ezek  $P_1, P_2, \dots, P_n$ . Jelöljük



továbbá  $f_i(x) = 0$  gyökeit  $z_1^{(i)}, z_2^{(i)}, \dots, z_n^{(i)}$ -vel. A jelölést választjuk úgy, hogy  $|z_1^{(i)}| \leq \dots \leq |z_n^{(i)}|$ .

VI. Ha  $z_\lambda^{(2)}$  valós és pozitív, akkor  $P_\lambda = z_\lambda^{(2)}$ .

### Bizonyítás.

A IV. tétel szerint ugyanis a  $z_0 \dots z_\lambda^{(2)}$  közben minden (1) egyenletnek, függetlenül a közbülső gyűrűk számától,  $\lambda$  gyöke fekszik, tehát  $P_\lambda \leq z_n^{(4)}$ . Másrészt  $P_\lambda$  definicizója szerint  $z_\lambda^{(2)} \leq P_\lambda$ , vagyis  $P_\lambda = z_\lambda^{(2)}$ .

Az a föltétel, hogy  $z_\lambda^{(2)}$  valós és pozitív, lényeges, a  $P_\lambda = |z_\lambda^{(2)}|$  állítás, a mely pedig VI. alapján igen valószínű, nem igaz általában. Legyen például

$$\mu = 3, \quad a_0 = a_1 = a_2 = a_3 = 1.$$

Az  $1 + x + x^2 + x^3 = 0$  egyenlet minden gyökének abszolút értéke egy, tehát  $P_1 \geq 1$ . Mivel

$$f_1(x) = 1 - x + x^2 = x^3, \quad f_1(x) = 0$$

minden gyöke abszolút értékre  $\geq 1$  volna és mivel a szorzatuk abszolút értéke 1, minden gyök abszolút értéke 1 volna. Mivel

$$f_1(-2) = -1, \quad f_1(0) = 1,$$

a  $0 \dots -2$  körben van valós gyök, és mert az abszolút értékének 1-nek kellene lennie, ez csak  $-1$  lehetne, ez pedig nem gyök, mert  $f_1(-1) = 2$ . \*

Végül ideiktatom azt a megjegyzést, a mely eredetileg az egész dolgozatnak kiindulópontja volt. Minden bevezető algebrai előadásban kimutatják a következő segédtevélt: Ha az

$$x^n + a_1 x^{n-1} + \dots + a_n = 0$$

egyenlet minden együtthatója abszolút értékre  $\leq M$ , akkor minden gyök abszolút értéke  $< M+1$ . A levezetésből azonban nem látható a becslésnek a pontossága; esetleg lehetséges volna

---

\* Ez az ellenpélda RIESZ F.-től származik.



egy pontosabb csak  $M$ -től függő korlátot megadni. Talán érdemes megjegyezni, hogy  $M+1$  a *legpontosabb* csak  $M$ -től függő becslés. Vegyük ugyanis az

$$f(x) = x^n - M(x^{n-1} + \dots + x + 1) = 0$$

egyenletet; ennek a DESCARTES-szabály szerint egy valós pozitív gyöke van; legyen ez  $\varrho$ . Akkor:

$$M = \frac{\varrho^n}{1 + \varrho + \dots + \varrho^{n-1}}$$

$$M + 1 - \varrho = \frac{1}{1 + \varrho + \dots + \varrho^{n-1}} > 0.$$

Mármost

$$f(0) = -M, \quad f(1) = 1 - Mn;$$

$$\text{ha } M > \frac{1}{n},$$

akkor  $f(1) < 0$  és így, mivel csak egy pozitív gyök van,  $\varrho > 1$ .  
Következően:

$$0 < M + 1 - \varrho < \frac{1}{n},$$

vagyis az  $M+1-\varrho$  tetszőleges kicsinnyé válhat.

Radó Tibor.



## A QUANTUMELMÉLET FŐBB EREDMÉNYEI.

A fizika elméletei között, melyeknek segélyével a természet nyújtotta tapasztalatainkat megmagyarázni törekszünk, a jelenségeknek igen nagy csoportjára vet fényt a quantumelmélet. Még nincs teljesen kiépítve, folytonos fejlődésben van. Mint minden új és nagy horderejű fizikai felfogásmód nyomában, úgy ez elmélet útvonalai mentén is van rombolás: a természeti folyamatok folytonosságába vetett hitet kellett feladni s helyet engedni egy nem folytonos (discontinuus) alapokon nyugvó természetfelfogásnak. Azonban a rombolásnál sokkal nagyobb méretű az új építés, melyet a quantumelmélet a fizikának egymástól elég távol eső részeiben létrehozott.

Discontinuitások már elég régóta szerepelnek a természettudományokban, mint azt az atomelmélet és elektronelmélet bizonyítja. Mint minden fizikai elmélet — úgy az említettek is — újabb tapasztalatok megmagyarázására szolgáló hypothesisekből származtak. E két tapasztalat: az állandó súlyviszonyok törvénye a kémiában, mely az atomelmélet alapját képezi, és a ritkított gázokban való kisülés törvényszerűségei, melyek az elektronelméletnek nyújtottak támaszt.

Az említett discontinuitások azonban csak az anyag és elektromosság szerkezetére vonatkoznak, de egyáltalában nem érintik azokat a folyamatokat, melyek ez elemi részek között lejátszódnak. Egy újabb tapasztalat kényszerítő hatása alatt 1900-ban született meg a quantumelmélet, mely már ez elemi részek között végbemenő folyamatok discontinuitását hirdeti. Ez a tapasztalat a fekete sugárzás törvényszerűségeinek LUMMER és PRINGSHEIM<sup>1</sup> pontos mérésein nyugvó ismerete volt.

**1. A fekete sugárzás problémája, megoldási kísérletek.** Az olyan testet, mely az összes ráeső sugarakat töké-



letesen elnyeli, abszolút fekete testnek nevezzük; ennek a sugárzása a fekete sugárzás. Igen nagy mértékben megközelíti ezt egy a hősugárzásra nézve adiathermán falakkal elzárt ürből kis nyíláson keresztül kilépő sugárzás, ha az űrben thermikus egyensúly van. A fekete sugárzás jelentőségét KIRCHHOFF ismerte fel, mikor kimondotta, hogy bármely test homogén sugárzásra vonatkozó emissio- és absorptio-képességének hányadosa csak az abszolút hőmérséklet ( $T$ ) és a rezgésszám ( $\nu$ ) függvénye, ellenben független a test anyagi minőségétől s ez a függvény a fekete test emissióképességét állítja elő mint  $T$  és  $\nu$  függvényét. Ha a fekete test emissio-képességét a  $\nu$  rezgésszámú monochromatikus sugárzásra vonatkozólag  $e$ -vel jelöljük, úgy

$$e = 2\pi E_\nu d\nu,$$

hol  $E_\nu$  a specifikus sugárzási intensitás, melyet KIRCHHOFF-féle függvénynek nevezünk. Míg a fekete test teljes emissio-képessége ( $E_t$ ) a klasszikus fizika elvei alapján, minden újabb hypothesis nélkül levezethető s a STEFAN-BOLTZMANN-féle törvény értelmében

$$E_t = \sigma T^4,$$

hol  $\sigma$  állandó, addig az  $E_\nu$  függvény alakjának explicit előállítása gyökeresen új probléma lett. Ez képezi a fekete sugárzás problémáját s a quantumelmélet szülőokát. KIRCHHOFF-nak nem sikerült a megoldás, sőt sikertelenül kísérletezett ez irányban a fizikusoknak egész sorozata, a kik bizonyos hypothesisek alapján vagy empirikus úton igyekeztek a KIRCHHOFF-féle függvényt megtalálni. Az a két elv, melyeken e megoldási kísérletek nagy része nyugodott, a MAXWELL-féle *sebességeloszlási* vagy általánosabban *energiaeloszlási törvény* és a vele szoros kapcsolatban álló *egyenletes energiaeloszlás elve*. Az előbbi szerint — ha például  $N$ -atomból álló egyatomos gáztömeg stacionarius állapotban (thermikus egyensúlyban) van — megadható azoknak az atomoknak a száma, melyeknek sebessége a  $v$  és  $v+dv$  sebességi intervallumba esik; ebből azután következik, hogy két szabadsági fokkal bíró gáz esetében (az atomok csak síkban mozg-



hatnak) az  $E$  és  $E + dE$  energiaintervallumba eső atomok száma:

$$dN_E = \frac{N}{kT} e^{-\frac{E}{kT}} dE,$$

hol  $k$  állandó. WIEN<sup>2</sup> a sebességeloszlási és az általa felismert ú. n. *eltolódási* törvényre támaszkodva, mely szerint az  $E_\nu$  függvény egy tényezőtől eltekintve csak a  $\frac{\nu}{T}$  hányadostól vagy a  $\lambda \cdot T$  szorzattól, nem pedig e változóktól külön-külön függ, levezette a következő formulát:

$$E_\nu = a \frac{\nu^3}{c^2} e^{-\beta \frac{\nu}{T}},$$

hol  $a$  és  $\beta$  konstansok. E formulát eleinte PLANCK is levezette és megerősítette. Az *egyenletes energiaceloszlás elve* szerint stacionarius állapotban (pl. ha a gáz thermikus egyensúlyban van) mindama változókra, melyek a rendszer energiájában quadratikusan szerepelnek, középértékben egyenlő energiamennyiség esik; például egyatomos gáz esetében minden egyes atom minden sebességi komponensére, melyek a kinetikus energia kifejezésében quadratikusan fordulnak elő,  $\frac{1}{2} kT$  energiamennyiség esik, hol  $k$  állandó. Főképen erre az elvre és a szigorú folytonosságot feltételező klasszikus elektrodinamikára támaszkodva nyerhető a lord RAYLEIGH-féle formula:<sup>3</sup>

$$E_\nu = \frac{\nu^2}{c^2} kT.$$

E formulákról eleinte eltérő vélemények után LUMMER és PRINGSHEIM mérései alapján kiderült, hogy általában nem, csak a szinkép egyes részeiben egyeznek meg a tapasztalattal; ezenkívül a RAYLEIGH-féle formula a teljes sugárzásra bármilyen hőmérséklet mellett végtelen nagy értéket ad ellentétben a tapasztalat által igazolt STEFAN-BOLTZMANN-féle törvénnyel. A mondottakból kiviláglik, hogy a STEFAN-BOLTZMANN-féle törvény, a WIEN-féle eltolódási és sugárzási, továbbá a RAYLEIGH-



féle sugárzási törvény 4 szükséges feltételt szolgáltatnak a KIRCHHOFF-féle függvény szerkezetére nézve.

**2. A quantumhypothesis és módosításai, Planck formulája.** PLANCK felismerte azt a nevezetes tényt, hogy a fekete sugárzás kérdésében a tapasztalattal mindig ellenkezésbe jutunk, ha a MAXWELL-féle sebességeloszlási, vagy általánosabban az egyenletes energiaeloszlás elvére támaszkodunk. De látta, hogy akkor valami gyökeresen új gondolatot kell bevezetnie, szakítania kell a fizikának valamelyik klasszikus elvével s ráette kezét a fizika legerősebb ütőerére, a folytonosságra. Sarkalta őt ez irányban még az a körülmény is, hogy a BOLTZMANN-féle entropia-kifejezésnek elméletében konkrét értelmet tudjon adni. Ez elv szerint bármilyen rendszer entropiája

$$S = k \log W,$$

hol  $W$  a rendszer állapotának thermodynamikai valószínűsége: egy pozitív egész szám, mely a rendszer elemeinek energiabeli állapotától függ és folyton nő, a mint a rendszer stabilis egyensúlyi állapot felé közeledik, hol maximumát éri el. PLANCK a  $W$  meghatározása czélljából felállította azt a hypothesis-t, hogy ha sugárzó-források gyanánt lineáris oscillátorok (pozitív atommag környezetében szilárd egyenes vonal mentén rezgő elektronok) szolgálnak, akkor *egy-egy oscillátor energiája csak egy meghatározott energiaquantumnak egészszámu többszöröse lehet*, minek természetes következménye, hogy *az elemi oscillátorok az energiát csak ennek a meghatározott energiaquantumnak egészszámu többszöröseiben absorbeálhatják és emittálhatják.* (Quantum-absorptio és quantumemissio hypothesis.) A WIEN-féle eltolódási törvényből következik, hogy ez az energiaquantum arányos az oscillátorok rezgésszámával:  $\epsilon = h\nu$ , hol  $h$  a PLANCK-féle állandó. E hypothesisből folyik, hogy a MAXWELL-féle energiaeloszlási törvény nem, tehát az egyenletes energiaeloszlás elve sem érvényes az oscillátorrendszerre, ugyanis egy oscillátor középenergiája:



$$\bar{U}_\nu = \frac{h\nu}{e^{kT} - 1}$$

a rezgésszámtól ( $\nu$ -tól) függ, s így  $E_\nu$ -re nézve is új eredmény nyerhető:

$$E_\nu = \frac{h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{kT} - 1};$$

ez a nevezetes PLANCK-féle sugárzási formula, mely a kísérleti eredményekkel eléggé egyezik s már ismert állandóknak (AVOGADRO-féle szám, elektrontöltés) újabb meghatározására vezet. Újabban NERNST és WULF<sup>4</sup> a különböző észlelések rendszeres feldolgozása alapján kétségbe vonták a PLANCK-féle formula helyességét. Egyébként az utóbbi két formulából nagy  $T$  vagy igen kicsiny  $h$  mellett a klasszikus fizika eredményei nyerhetők.

PLANCK-nak e merész lépése a fizikai világban elég nagy feltűnést keltett s reactiója az lett, hogy a fizikusok a folytonosságba vetett szilárd hit alapján minden lehetőt elkövettek, hogy a KIRCHHOFF-féle függvényt a folytonos természeti folyamatokra fennálló klasszikus elvek alapján meghatározzák, tehát a discontinuitást teljesen mellőzzék. A balsiker fényesen igazolta PLANCK előrelátását. Ugyanis LORENTZ<sup>5</sup> 1903-ban, JEANS<sup>6</sup> 1905-ben, EINSTEIN és HOPF<sup>7</sup> 1910-ben különböző úton haladva mindnyájan a RAYLEIGH-féle formulára jutottak. Végül is LORENTZ<sup>8</sup> a Brüsszelben tartott quantumkongresszuson 1911-ben egészen általánosan kimutatta, hogy a klasszikus fizika szükségképen a RAYLEIGH-féle formulára vezet. POINCARÉ<sup>9</sup> pedig 1912-ben bebizonyította, hogy ha a teljes sugárzásra véges értéket akarunk kapni, lehetetlen discontinuitások nélkül a problémát megoldani. EHRENFEST<sup>10</sup> hasonlóan nélkülözhetetlennek tartja a discontinuitást.

A discontinuitások teljes kiküszöbölésére tehát nem lehet gondolni, csak azoknak *reductióját* lehet célul kitűzni, melyet PLANCK kezdett meg. E reductióra egyrészt az a körülmény készítette PLANCK-ot, hogy a discontinuus absorptio hypothesis



megkívánta a sugárzó-energiának az oscillátor nagyobb környezetéből való pillanatnyi beszívását, mert nagy rezgésszám esetén az energiaquantum oly nagy lehet, hogy az oscillátorra hosszabb idő alatt esnék a neki megfelelő energiamennyiség; másrészt pedig az, hogy elméletének első részében a klasszikus elektrodynamika alapján, tehát folytonossági alapokon állt, míg a második részben discontinuitást vezetett be s a nyert eredményeket egyesítette egymással. E körülmények következtében PLANCK az absorptio discontinuitását elejtette,<sup>11</sup> ezt teljesen folytonosnak tételezte fel s felállította a *quantumemissio hypothesisét*, mely szerint az *oscillátorok csak akkor emittálhatnak (de nem kell szükségképen emittálniok), ha energiájuk az  $\epsilon$  energiaquantumnak egészszámú többszöröse s emissio esetén összes energiájukat kiadják*. E föltevés alapján PLANCK teljesen ellentmondás nélküli elméletet épített ki, melynek eredménye szintén az első elméletből nyert sugárzási formula volt. A quantumemissio hypothesisének nevezetes következménye a *nullapontenergia*; ha ugyanis előállítjuk e hypothesis alapján egy oscillátor középenergiáját, ez az abszolút zérus foknál nem lesz zérus, hanem középtértékben  $\frac{h\nu}{2}$ ; a fényelektromos, radioaktív és más jelenségek tényleg az atomok belsejében a hőmérséklettől független energia létezése mellett bizonyítanak.

PLANCKnak a discontinuitások reductióját célzó lépése hasonló irányú föltevésekre készítette a fizikusokat. EINSTEIN és STERN<sup>12</sup> 1913-ban föltették, hogy az oscillátorok az abszolút zérus foknál  $h\nu$  nagyságú valódi (nem közép) energiával rendelkeznek, különben teljesen folytonosan működnek. E föltevés természetesen egy discontinuitással æquivalens. NERNST<sup>13</sup> 1916-ban föltette, hogy a tér az abszolút zérus foknál is megadott sűrűségű sugárzó-energiával van megtöltve s a nullapontenergia annak a következménye, hogy az oscillátorok e sugárzással egyensúlyi állapotba jutnak. Különben az oscillátorok teljesen folytonosan működnek. Itt a nullapontenergia nem külön föltevés, hanem épen a klasszikus elektrodynamika következménye.



Hasonló természetű RATNOWSKY<sup>14</sup> hypothesis. DE BOISSOUDY<sup>15</sup> 1913-ban föltette, hogy az oscillátorok a  $0-h\nu$  energiatartomány belsejébe nem léphetnek be, egyébként teljesen folytonosan működnek. Ez a hypothesis a PLANCK-félétől eltérő formulára vezet, azonban segélyével is elég jól leírhatók a fekete sugárzás tapasztalati törvényszerűségei. Hasonló gondolatkörbe tartozik EHRENFEST<sup>16</sup> hypothesis is. Ezenfelül kimutatható, hogy ha a quantumemissio hypothesisét csak a  $0-h\nu$  energiatartományra vagy általánosabban a  $0-nh\nu$  tartományra tartjuk fenn (hol  $n$  poz. egész), akkor a formuláknak olyan sorozata keletkezik, melyek mindnyájan alkalmasak a fekete sugárzás tapasztalati törvényeinek leírására. DEBYE<sup>17</sup> a sugárzó-energiát a különböző rezgésszámmal bíró hullámrendszerek között osztja el quantumonként, az emissio és absorptio folyamatát ellenben teljesen mellőzi.

**3. Az elemi hatásquantum hypothesisise.** Maga PLANCK még egy gyökeresen új formát is adott elméletének a quantumkongresszuson, melyben a  $h$  állandó nyert fizikai értelmezést. Már említettük, hogy az energiaquantumok gondolatának keletkezésében fontos szerepe volt a BOLTZMANN-féle entropiakifejezésnek. PLANCK mint követelményt állította fel, hogy az oscillátor-rendszer entropiájának véges és meghatározott nagyságúnak kell lennie; hogy a BOLTZMANN-féle tétel alapján ilyet nyerjen, feltette, hogy az oscillátorok két állapotjelzőjét (elongatio és impulsus) két koordinátának tekintve a keletkező fázissik meghatározott és egyenlő nagyságú tartományokra (koncentrikus ellipszisgyűrűkre) van beosztva, melyeknek belsejében az oscillátorok stacionarius állapotban egyenletesen oszlanak el. Ez elemi tartományok nagysága épen  $h$ ; s mivel e mennyiség dimenziója energia  $\times$  idő-dimensio, a mely karakterrel bíró mennyiség a HAMILTON-féle «legkisebb actio elvé»-ben szerepel, azért ezt *elemi hatásmennyiségnek* (elementares Wirkungsquantum) nevezte el. Megjegyezzük, hogy az elemi hatásmennyiség hypothesisise önmagában nem vezet a fekete sugárzás törvényszerűségeinek matematikai leírására, hanem



e célból az oscillátorok működésére még külön hypothesis-t, épen a quantumemissio hypothesisét kell bevezetni. A  $h$  nagysága a fizikának legkülönbözőbb területein végzett mérések alapján pontosan meghatározható:

$$h = 6.548.10^{-27} \text{ erg. sec.}$$

A hatás mennyiség bevezetése készítette SOMMERFELD-et<sup>18</sup> arra, hogy a periodikus folyamatokra (oscillátorok) felállított quantumelméletet a nem periodikus folyamatokra is kiterjessze. Ő föl-tette, hogy minden elemi folyamat (Molekularprozess) — mint pl. elektronok kiválása a fényelektromos jelenség alkalmával vagy az elektronok megállítása a RÖNTGEN-sugarak keletkezésekor — úgy játszódik le, hogy közben az atom meghatározott hatásquantumot vesz föl vagy ad le, minek fizikai jelentése tulajdonképpen az, hogy nagy energiamennyiségek rövid, kis energiamennyiségek hosszú idő alatt cserélődnek ki. SOMMERFELD hypothesisének matematikai formája szerint minden molekuláris folyamatra fennáll, hogy

$$\int_0^{\tau} (T - V) dt = \frac{h}{2\pi},$$

hol  $T$  pl. az elektron kinetikus,  $V$  a potenciális energiáját,  $\tau$  pedig az elemi folyamat tartamát jelenti. E hypothesis-t sikerrel alkalmazták a fényelektromos jelenségek s a RÖNTGEN-sugarak körében.

Az elemi hatásquantum fogalmának bevezetése azért is különös jelentőséggel bír, mert ennek nyomán sikerült a quantumelméletet több szabadsági fokra kiterjeszteni. A lineáris oscilátor csak egy szabadsági fokkal bír, ott a fázistartomány 2 dimenziós sík s az elemi valószínűségi tartomány  $h$ . Ha a szabadsági fokok száma általában  $n$ , akkor  $2n$  dimenziós fázisterünk lesz s PLANCK szerint az elemi valószínűségi tartományok nagysága most általában arányos  $h^n$ -nel. A quantumhypothesis-t több szabadsági fokra SOMMERFELD is kiterjesztette.<sup>20</sup>

**4. Fényquantumok.** PLANCK a folytonosság elvétől csak



a lehető legkisebb mértékben akart eltérni, ezért a sugárzó-energiának a térben való tovaterjedését illetőleg teljesen a klasszikus elektromágneses elmélet alapján állt és áll. A discontinuitás nála csak az oscillátorokkal való energiacerére vonatkozik. A PLANCK-féle energiaquantumok olyanok, mint a vízcseppek: azonnal elvesztik önálló karakterüket, mielőtt nagyobb víztömegbe jutnak. Ezzel ellentétben EINSTEIN<sup>21</sup> a fekete sugárzással töltött ürben fellépő sugárzási ingadozások alapján feltette, hogy az energiaquantumok a születés pillanata után is a tér egyes helyeire koncentráltan egymástól különválva léteznek s energiaatomok (fényquantumok) módjára terjednek tova. E nehezen elképzelhető energiaatomok hypothesisét EINSTEIN<sup>22</sup> újabban úgy módosította, hogy a fényquantumok alatt bizonyos irányokban kilövelt keskeny hullámrendszereket kell érteni, vagyis a sugárzás nem gömbhullámokban történik, hanem irányított folyamat. E formában használta föl újabban EINSTEIN a fényquantumok hypothesisét a PLANCK-féle sugárzási formula levezetésére s ezáltal a *quantumabsorptio* gondolata újra felszínre jutott; a fényquantumok létezése és az absorptio discontinuitása szorosan összefüggenek. Bármilyen különösnek látszik is a fényquantumok hypothesise, vannak olyan tapasztalati tények, melyek ennek segélyével nagyon egyszerűen magyarázhatók. A jelenségeknek egyik csoportja az, melyben fényquantumok alakulnak át elektronenergiává vagy elektronok közvetítésével más fényquantumokká; az előbbi körbe tartoznak a fényelektromos jelenségek (EINSTEIN-féle törvény),<sup>23</sup> az utóbbiba pedig a foszforescencia jelenségei (STOKES-féle szabály). Az invers jelenségcsoport, mely a fényquantum-hypothesiset támogatja, elektronenergiának fényquantummá való átalakulása, melynek tipikus példáját a RÖNTGEN-sugarak keletkezése szolgáltatja.<sup>24</sup> Még más jelenségek is támogatják a felfeltevést. A fényquantumok elmélete a  $h$  meghatározására igen pontos módszert is nyújt más természetű mérésekkel teljesen egybehangzó eredménynyel.

**5. Szilárd testek fájhője.** A quantumelmélet megalko-



tása után hamarosan átlépte a fekete sugárzás kérdésének határait. A Dulong-Petit-féle törvény szerint az egyatomos szilárd testek atomhője (atomsúly  $\times$  fajhő) a hőmérséklettől független állandó értéke:  $C_v = 5.94$  gr. cal. A klasszikus mechanikából folyó egyenletes energiaeeloszlás elve alapján ennek theoretikus magyarázását is könnyű adni. Ugyanis stacionarius állapotban a szilárd test egy gramm-atomjának, melyben  $N$  az atomok száma s melynek 3 szabadsági fokkal bíró atomjai középértékben a mozgási energiával egyenlő helyzeti energiával is bírnak, a következő energiája van:

$$E = 6 N \frac{1}{2} kT = 3RT,$$

melyből

$$C_v = \frac{dE}{dT} = 3R = 5.94 \text{ gr. cal.}$$

Már jóval a quantumelmélet előtt ismeretes volt az a tény, hogy vannak anyagok, pl. a gyémánt, melyeknek fajhője a hőmérséklettel erősen fogy; ez a tapasztalat a klasszikus elméletek alapján megmagyarázható nem volt s ennek magyarázása czéljából alkalmazta EINSTEIN 1907-ben a quantumelmélet eredményeit.

EINSTEIN<sup>25</sup> a szilárd testeknek térbelileg rezgő atomjait azonosította 3-szor annyi lineáris oscillátorral s akkor az előbbi energia helyett a következő eredményt kapta:

$$E = \frac{3N h \nu}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}.$$

Ebből az atomhő:

$$C_v = 3R \frac{x^2 e^x}{(e^x - 1)^2}, \quad \text{hol } x = \frac{h\nu}{kT}.$$

Látható, hogy a quantumelmélet szerint az atomhő korántsem állandó, hanem a hőmérséklet függvénye.  $T=0$  esetében  $C_v=0$  és csak  $T=\infty$  esetében  $3R$ . Tehát a Dulong-Petit-féle törvény csak határesetben igaz, a mi természetes is, mert e törvény az egyenletes energiaeeloszlás elvének a következménye. A formulá-



ban szereplő rezgésszámokat a testek rugalmassági és optikai sajátságaiból, olvadáspontjából elméletileg és kísérletileg meg lehet határozni.

EINSTEIN monochromatikus fajhő-elmélete a tapasztalattal szigorúan nem egyezik meg, mert szerinte a fajhő erősebben esik, mint a tapasztalat megkívánja. NERNST és LINDEMANN<sup>26</sup> ezt azal magyarázták, hogy az atomok nem egyetlen rezgésszámmal rezegnek, s föltették, hogy az atomok egyik fele  $\nu$ , a másik pedig  $\frac{\nu}{2}$  rezgésszámmal bír. Természetesen ez csak átmeneti elmélet volt, mely arra vezetett, hogy mivel az  $N$  atomból álló rendszer  $3N$  számú sajátrezgéssel bír ( $3N$  lineáris oscillátorral helyettesíthető), e  $3N$  rezgésszámból álló spektrumot kell közelebbről ismerni s a fajhő elméletében figyelembe venni. DEBYE<sup>27</sup> e szellemben járt el, azonban ő a szilárd test atomisztikus szerkezetére való tekintet nélkül a rugalmas kontinuumok elmélete alapján állapította meg, hogy a  $\nu$  és  $\nu + d\nu$  rezgésszám-intervallumba

$$A\nu^2 d\nu$$

rezgés esik (hol  $A$  az anyagi minőségtől függő állandó) és a végtelen nagy rezgésszám elkerülése céljából föltette, hogy egy maximális  $\nu_m$  értéknél a rezgés megszűnik. Föltéve már most, hogy minden egyes rezgésszámra a PLANCK-féle középenergia esik, a fajhő:

$$C_v = \frac{9R}{x_m^3} \int_0^{x_m} \frac{x^4 e^x dx}{(e^x - 1)^2}, \quad \text{hol } x_m = \frac{h\nu_m}{kT}.$$

A  $\nu_m$  rugalmassági adatokból nyerhető. E fajhő-kifejezés végtelen sor alakjában állítható elő, mely a tapasztalattal jól meg egyezik. A PLANCK-féle quantum-emissio reductiójával szintén lehet a tapasztalattal egyező, de zárt formulát előállítani a fajhőre nézve. Alacsony hőmérséklet mellett a fenti integrál a következő alakot nyeri:

$$C_v = \gamma T^3, \quad \text{hol } \gamma \text{ konstans,}$$



vagyis alacsony hőmérsékleten a fajhő az abszolút hőmérséklet harmadik hatványával arányos. Ez a tapasztalattal egyezik. BORN és KÁRMÁN<sup>28</sup> DEBYE-től eltérően a szilárd testek atomisztikus szerkezetét veszik figyelembe; az atomokat térbelileg szimmetrikusan, úgynevezett térrácsokban elosztva gondolják s e térrácsok rezgési lehetőségeinek figyelembe vételével nagy matematikai apparátussal kimutatják, hogy ha a térrács egy bázisában, melynek többszöröse tulajdonképpen az egész rács,  $n$  elem van és  $N$  a bázisok száma, tehát van  $3nN$  szabadsági fok, akkor  $3n$  különböző rezgési ág szerepel, melyeknek mindegyikében a  $\lambda$  és  $\lambda + d\lambda$  intervallumba és a  $d\Omega$  kúpszögbe eső hullámok száma:

$$\frac{V}{\lambda^4} d\lambda d\Omega,$$

hol  $V$  a térrács térfogatát jelenti. A PLANCK-féle középenergia felhasználásával a fajhő:

$$C_v = kV \sum_{i=1}^{3n} \int_0^{4\pi} d\Omega \int_{\lambda=\lambda_m}^{\infty} \frac{x_i^2 e^{x_i}}{(e^{x_i} - 1)^2} \frac{d\lambda}{\lambda^4}, \quad \text{hol} \quad x_i = \frac{h\nu_i}{kT}$$

és  $\nu_i$  kifejezendő, mint  $\lambda$  és az irány függvénye;  $\lambda_m$  a minimális hullámhosszúság az iránytól is függ. E komplikált formulából kitűnik, hogy a testek fajhőjének kiszámításához az atomisztikus szerkezet teljes quantitativ ismerete szükséges, a mi természetesen rendelkezésünkre nem áll. Alacsony hőmérsékleteken BORN és KÁRMÁN formulája is megegyezik DEBYE eredményével, magas hőmérsékleteken pedig THIRRING<sup>29</sup> állította elő e formulát könnyebben kezelhető végtelen sor alakjában. E területeken a formulát a tapasztalattal megegyezőnek találták; a kimerítő kísérleti vizsgálat a mondottak alapján nagyon nehéz. BORN és KÁRMÁN eredményei a DEBYE-félét mint speciális esetet tartalmazzák.

Nagyon fontos mindkét elméletnek az az eredménye, hogy a fajhő az absz. zérus fok közelében zérus felé tart; ami a tapasztalattal egyezik. Ugyanis az elemi hatásquantum mellett





e téren kapcsolódik össze a quantumelmélet NERNST hőtani tételével; az említett tapasztalatnak ugyanis egyik következménye, hogy a homogén szilárd (általában kondenzált) testek entropiája véges és meghatározott s az absz. zérus pontnál zérus, a mi pedig NERNST tételének PLANCK-féle módosítása.

A szilárd testek fajhőjének vizsgálatához kapcsolódik e testek állapotegyenletének felállítása, vagyis összefüggés teremtetése a szilárd test nyomása ( $p$ ), térfogata ( $v$ ) és absz. hőmérséklete ( $T$ ) között. E téren DEBYE nevét említhetjük.<sup>30</sup>

**6. A hő- és elektromos vezetőképesség.** E téren is fényt derített a quantumelmélet oly jelenségekre, melyekkel szemben az egyenletes energiaszétosztás elve tanácstalanul állt. A WIEDEMANN-FRANZ-féle törvény szerint a fémek hő- és elektromos vezetőképességének hányadosa arányos az absz. hőmérséklettel (az arányossági tényező az összes fémekre közös állandó):

$$\frac{\kappa}{\sigma} = \frac{3k^2}{e^2} T.$$

KAMMERLINGH-ONNES kísérletileg kimutatta az ő ú. n. «hideg laboratórium»-ában, hogy a fémek elektromos ellenállása alacsony hőmérsékleteken nagyon erősen csökkenik s érvénytelen lesz a WIEDEMANN-FRANZ-féle törvény is. LINDEMANN<sup>31</sup> és WIEN<sup>32</sup> a fémek elektronelméletébe újabb hypothésist bevezetve a PLANCK-féle középenergia felhasználásával explicite előállították az ellenállásnak a hőmérséklettől való függését. A hővezetés problémájának megoldása és a WIEDEMANN-FRANZ-féle törvény levezetése ez úton nem sikerült HERZFELD PLANCK<sup>33</sup> eredményeinek formális felhasználásával a tapasztalattal egyező módon állítja elő úgy a vezetőképességeket, mint a WIEDEMANN-FRANZ-féle hányadost a hőmérséklet függvényeképen.

**7. Gázelméleti alkalmazások.** Az egyenletes energiaszétosztás elve újból tanácstalanul állt, mikor a többatomos gázok fajhőjének a hőmérséklettől való függéséről kellett számot adni. Ugyanis e szerint pl. a kétatomos hidrogénnél a két atomból álló molekula forgása következtében fellépő molekulahő-



növekedés  $R$ , tehát a hőmérséklettől független. Ezzel szemben EUCKEN<sup>34</sup> mérései azt igazolták, hogy az említett eredmény csak magas hőmérsékleteken igaz, míg alacsony hőfok mellett a molekulahőnek forgásbeli része a zérus felé tart, tehát a hidrogén egyatomos gáz módjára viselkedik. E tény megmagyarázása céljából EINSTEIN és STERN<sup>35</sup> föltették, hogy a molekulák forgómozgási energiájának középértéke egyenlő a PLANCK-féle középenergia-értékkel:

$$\bar{E}_r = \frac{K}{2} (2\pi\bar{\nu})^2 = \frac{h\bar{\nu}}{e^{h\bar{\nu}/kT} - 1} + \frac{h\bar{\nu}}{2},$$

hol  $K$  a molekula tétlenségi nyomatékát,  $\bar{\nu}$  pedig a másodpercenkénti forgásszám középértékét jelenti. Ennek alapján számított fajhőrész a hőmérséklettől függ s a tapasztalattal egyezik. EINSTEIN és STERN elméletének hátránya azonban, hogy egyetlen középforgási számmal dolgoztak éppen úgy, mint EINSTEIN ők először a fajhő problémájánál. EHRENFEST<sup>36</sup> PLANCK-nak legelső quantumhypothesis alapján igyekezett a problémát megoldani, a mennyiben feltette, hogy szilárd tengely körül való forgás alkalmával a molekulák forgó mozgási energiája csak a  $\frac{h\nu}{2}$  energiaquantumnak egészszámú többszöröse lehet. (A lineáris oscillátorok mozgási és helyzeti energiával bírnak, míg itt csak mozgási energia van, azért EHRENFEST az ott szereplő  $h\nu$  helyett annak felét vette). Tehát

$$E_r = \frac{K}{2} (2\pi\nu)^2 = n \frac{h\nu}{2}, \quad \text{hol } n = 0, 1, 2, \dots$$

Kiszámítva ebből  $\nu$ -t, arra az eredményre jutunk, hogy a molekulák csak pontosan meghatározott forgási számmal foroghatnak. E föltevés után EHRENFEST statisztikus úton kiszámítja egy molekula forgómozgási középenergiáját s ebből a kérdéses fajhőrészt. Eredményei csak alacsony hőmérsékleteken egyeznek meg a tapasztalattal. Maga PLANCK<sup>37</sup> és még többen kísérelték meg a kétatomos gázok rotációs fajhőjének kiszámi-



tását, azonban teljesen kielégítő eredményre eddig nem sikerült jutni.

BJERRUM<sup>38</sup> EHRENFEST-nek említett gondolatát az összetett gázok ultravörösben észlelhető absorptiovonalaiknak kiszámítására használta föl. EVA v. BAHK<sup>39</sup> kísérletileg pontosan igazolta BJERRUM eredményeit s bennük egy érvet látott az I. PLANCK-féle elmélet helyessége mellett, azonban PLANCK ez eredményeket a quantumemissio (II. elmélet) alapján is levezette.

A gázmolekulák rotációs energiájának EHRENFEST-féle fölfogásához analog módon sikerült az egyatomos gázok haladómozgási energiáját is a quantumelméletnek alávetni. Főleg SCHERRER<sup>40</sup> és PLANCK<sup>41</sup> ezirányú vizsgálatainak az az eredménye, hogy a gázatomok sebessége és kinetikus energiája csak meghatározott értékeket vehet fel, mint PLANCK I. hypothesis alapján az oscillátorok. E vizsgálatoknak egyik következményeképpen nyerhető a gázok «*elfajulási*» jelensége (Entartung), mely abban áll, hogy alacsony hőmérsékleten a gázok klasszikus állapotegyenlete megváltozik, a mi NERNST hőtételéből is következik. A kísérleti eredmények e mellett bizonyítanak. A másik következménye pedig az egyatomos gázok «*chemiai állandó*»-jának, mely alatt e gázok entropiakifejezésében a klasszikus thermodynamika által ismeretlenül hagyott állandó értendő, a PLANCK-féle  $h$  konstans segélyével való kifejezése. Ez az eredmény különben a quantumelméletnek a gázatomok translatorius mozgására való alkalmazása nélkül is nyerhető, mint azt O. STERN<sup>42</sup> megmutatta.

Vázoltuk a quantumelméletet és megjelöltük a fizikának néhány területét, melyeken ez elmélet alkalmazást talál. Az itt szerzett tapasztalatok meggyőznek bennünket arról, hogy bármilyen idegenszerűnek látszik is a discontinuitás gondolata a természeti folyamatokban, a klasszikus fizika teljes apparátusának felhasználásával sem sikerül a quantumokat mellőzni. Ennek a ténynek a meglátása PLANCK hervadhatatlan érdeme. Még inkább erősítenek bennünket e fölfogásunkban a quantumelmélet legújabb fejezetei, melyek első sorban a vonalas színeképek



elméletére vonatkoznak s melyekről egy későbbi dolgozatban fogunk beszámolni.<sup>43</sup>

Császár Elemér.

### Irodalom.

1. O. LUMMER és E. PRINGSHEIM: Verhandl. d. Deutsch. Phys. Ges. 1899. 23. és 215. o., 1900. 163. o. — 2. W. WIEN: Wied. Annalen 58. 662. (1896.) — 3. K. JELLINEK: Phys. Chemie d. Gaereaktionen 360. o. — 4. W. NERNST u. TH. WULF: Ber. d. Deutsch. Phys. Ges. 24. 294. (1919.) — 5. WINKELMANN: Handb. d. Physik V. 2. 933. o. — 6. J. H. JEANS: Phil. Mag. 10. 91. (1905.) — 7. A. EINSTEIN u. L. HOPF: Ann. d. Phys. 33. 1105. (1910.) — 8. H. A. LORENTZ: Die Theorie der Strahlung und der Quanten (A. EUCKEN.) 100. (1914.) — 9. H. POINCARÉ: Journ. d. Phys. 1912. 27. o. — 10. P. EHRENFEST: Ann. d. Phys. 36. 91. (1911) — 11. M. PLANCK: Wärmestrahlung, 2. kiadás, 149. o. (1913.) — 12. A. EINSTEIN u. O. STERN: Ann. d. Phys. 40. 551. (1913.) — 13. W. NERNST: Verhandl. d. Deutsch. Phys. Ges. 18. 83. (1916.) — 14. S. RATNOWSKY: U. o. 17. 64. (1915.) — 15. J. DE BOISSOU DY: Journ. de Phys. 1913. 387. o. — 16. P. EHRENFEST: Ann. d. Phys. I. c. — 17. P. DEBYE elméletét l. W. WIEN: Vorlesungen über neuere Probleme der theoret. Physik. 1913. — 18. A. SOMMERFELD: Phys. Zeitschr. 12. 1057. (1911.) — 19. M. PLANCK: Ann. d. Phys. 50. 385. (1916.) — 20. A. SOMMERFELD: Ann. d. Phys. 51. 1. (1916.), továbbá Atombau. u. Spektrallinien, 2. kiadás (1921). — 21. A. EINSTEIN: Ann. d. Phys. 17. 132. (1905.) és 20. 199. (1906.) — 22. A. EINSTEIN: Phys. Zeitschr. 18. 121. (1917.) — 23. A. EINSTEIN: Ann. d. Phys. 17. 144. (1905.) — 24. E. WAGNER: Ann. d. Phys. 46. 868. (1915.) — 25. A. EINSTEIN: Ann. d. Phys. 22. 180. és 800. (1907.) — 26. W. NERNST u. A. LINDEMANN: Zeitschr. f. Elektrochemie 17. 817. (1911.) — 27. P. DEBYE: Ann. d. Phys. 39. 789. (1912.) — 28. M. BORN u. TH. v. KÁRMÁN: Phys. Zeitschr. 13. 297. (1912.) és 14. 15. és 65. (1913.) — 29. H. THIRRING: Phys. Zeitschr. 14. 867. (1913.) és 15. 127. és 180. (1914.) — 30. P. DEBYE: Vorträge über die kinetische Theorie der Materie. (Wolfskehl-Kongress 1913.) — 31. F. A. LINDEMANN: Berl. Ber. 1911. 316. o. — 32. W. WIEN: Berl. Ber. 1913. 184. o. és l. 17. alatt. — 33. K. HERZFELD: Ann. d. Phys. 41. 27. (1913.) — 34. A. EUCKEN: Berl. Ber. 1912. 141. o. — 35. A. EINSTEIN u. O. STERN: Ann. d. Phys. 40. 551. (1913.) — 36. P. EHRENFEST: Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. 15. 451. (1913.) — 37. M. PLANCK: Berichte d. Deutsch. Phys. Ges. 17. 407. (1915.) — 38. N. BJERRUM: Nernst-Festschrift 1912. 90. o. — 39. EVA v. BAHR: Berichte d. Deutsch. Phys. Ges. 15. 710., 731. és 1150. (1913.) — 40. P. SCHERRER: Göttinger Nachrichten, 1916. — 41. M. PLANCK: Berl. Ber. 1916. 653. o. — 42. O. STERN: Phys. Zeitschr. 14. 629. (1913.) — 43. Az egész quantumelméletet tárgyalja a köv. munka: F. REICHE: *Die Quantentheorie* (Ihr Ursprung u. ihre Entwicklung), Berlin, Verlag v. Julius Springer, 1921. 231 oldal, az elmélet alapjait pedig PLANCK-nak klasszikus munkája: *Wärmestrahlung*, melynek 4-ik kiadása 1921-ben jelent meg.



## ERŐS HANGOK TERJEDESÉRŐL.

Heves robbanások, ágyúzás és tűzhányók kitörése alkalmával többször tapasztalták, hogy a hallhatóság területe nem összefüggő. A hangforrás körül a rendes hallhatósági terület keletkezik, ezt a néma öv veszi körül, itt a hangot nem lehet észlelni, még távolabb a hang újra hallható, ez a külső vagy rendellenes hallhatósági terület.

A régebbi tapasztalatok (l. Irodalom 1—6.) után a világháború sok alkalmat nyújtott ezeknek a viszonyoknak tanulmányozására. Antwerpen ostromának idején (1914. szept. 28.—okt. 9.) az ágyúhang hallhatóságát különösen MEINARDUS és VAN EVERDINGEN vizsgálták. MEINARDUS<sup>7</sup> adataiból kitűnik, hogy a holland területen a hang közvetlen terjedését 100 km-ig meg lehetett állapítani. Innen kezdve a néma öv 160 km-ig tartott. A külső terület 160 és 230 km közé esett és főleg északkeleti irányban húzódott.

DE QUERVAIN<sup>8</sup> a Sundgauból 1914 karácsony napján kiinduló ágyúzás hangjának terjedését vizsgálta. A hangforrás 15—20 km-nyire volt Mühlhausentól nyugatra. A külső hallhatósági terület észak és északnyugat felé 160 km-ig, északkelet és kelet felé 210 km-ig, délkelettől délig 160 km-ig terjedt. A néma öv kevésbé feltűnő volt, északkelet felé ékszerűen nyúlt be a belső és külső terület közé.

Verdun ostromát<sup>10</sup> 150 km és 240 km között hallották. A hangforrás Verduntól 15 km-nyire keletre volt. A belső terület Verduntól 100 km-ig terjedhetett. Ezután 50 km széles néma öv következett, majd 240 km-ig a külső terület.

BRAND<sup>13</sup> megállapítása szerint a háború első évében 225 km-nél nagyobb távolságot megbízhatóan nem észleltek. Később



300–400 km távolság nem volt ritka, de előfordult 600 km is. Ennek oka vagy az, hogy az észlelők figyelme jobban ráirányult a jelenségre, vagy pedig az, hogy a robbanások hangja erősebb volt. Sok esetben a nagy távolság oka a rezonancia lehet. A rezonáló levegőtömeg völgy vagy szakadék levegője, a melyet a hegyek majdnem egészen körülzárnak. Valóban többször észlelték, hogy a hangot nem a hegy tetején lehet legjobban észlelni, hanem a völgyben.

A külső hallhatósági terület keletkezését közbeeső magas hegyek nem gátolják. Már ez a körülmény is és általában a külső terület keletkezése arra utal, hogy a hang törés folytán felfelé görbül és felső rétegen visszaverődik. De miféle réteg okozza a visszaverődést, erre vonatkozólag többféle nézet merült fel.

DE QUERVAIN háromféle lehetőséget vizsgál. 1. Hőmérsékleti inverzió a felső levegőrétegben. A levegő hőmérséklete felfelé általában csökken, de sokszor megtörténik, hogy egy rétegben a hőmérséklet változása megfordul: a hőmérséklet felfelé növekedik. Ez az inverzió. Ha a hőmérséklet felfelé csökken, akkor a hangsugár alulról nézve domború, ellenben az inverziós rétegben homorú lesz és megfordulhat. Csakhogy DE QUERVAIN szerint a levegőben levő inverziók gyengék arra, hogy a hangsugarat megfordítsák.

2. A hangsugár új közeg határán teljes visszaverődést szenved. Az új közeg vagy szél, vagy inverzió alsó határfelülete. Ha a szélesebesség ugrása egy rétegben  $5 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ , akkor az a határszög, a melynél teljes visszaverődés kezdődik,  $10^\circ$ . Hasonló hatást inverziós réteg akkor idéz elő, ha a hőmérsékleti ugrás a határfelületen  $8.5^\circ$ . De ez nagyobb magasságban nem valószínű. Ellenben a szélesebesség növekedése  $5 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ -mal könnyen lehet. Ha az alsó rétegben szélesend van és a hőmérsékleti gradiens  $0.6^\circ \text{ C}/100 \text{ m}$ , akkor  $10^\circ$  alatt azok a sugarak érnek a határfelületre, a melyek a hangforrásból vízszintes irányban indulnak ki. De ezek a sugarak 32 km távolságban újra visszajutnának a földre. Itt kezdődne a külső hallhatósági terület. Ez a felfogás tehát a tapasztalattal ellenkező eredményre vezet.



3. Ha a szél bizonyos rétegtől kezdve felfelé *fokozatosan* erősödik, akkor a hangsugár a folytonos törés folytán alulról nézve homorú, mert minden felsőbb rétegben a merőlegestől eltörik.  $0.35 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$  szélgradiens a  $0.6^\circ \text{C}$  hőmérsékleti gradiens hatását kiegyenlíti, a pálya egyenes. Ha pedig a szélgradiens  $0.5 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ , akkor a hangsugár pályája homorú, görbületi sugara 225 km. A hangsugár lefelé görbül, 140 km távolságban visszajut a földre. Ez a tapasztalattal jól egyezik. A hangsugarat tehát a szél fokozatos erősödése felfelé fordítja vissza.

Egészen eltérő úton haladt VON DEM BORNE<sup>17</sup> a jelenség magyarázatában, a mely a következő. Az alsó, körülbefül 12 km magas levegőrétegben, a troposzférában, a hőmérséklet felfelé csökken, ellenben a levegő közepes molekulasúlya állandó, mert a felszálló légáramok a levegőt összekeverik és így a levegő összetételében nem áll elő akkora változás, a melyet itt számba kellene venni. 12 km-en felül kezdődik a sztratoszféra. Ide a felszálló szelek már nem érnek. A levegő hőmérséklete állandó. 30 km magasságig az izotermiát igazolták. A levegő könnyű gázokban egyre gazdagabb lesz, tehát átlagos molekulasúlya felfelé csökken. Ezért a hang terjedésének sebessége felfelé növekszik. Ha  $\varphi$ ,  $T$  és  $\mu$  a beesés szöge, a levegő abszolút hőmérséklete és molekulasúlya az alsó rétegben,  $\varphi_1$ ,  $T_1$  és  $\mu_1$  a felső rétegben, akkor

$$\sin \varphi_1 : \sin \varphi = \sqrt{\frac{T_1}{\mu_1}} : \sqrt{\frac{T}{\mu}}.$$

Ennélfogva a troposzférában, a hol  $\mu = \mu_1$  és  $T_1 < T$ ,  $\varphi_1 < \varphi$ , tehát a hangsugár alulról nézve domború. Ellenben a sztratoszférában  $T_1 = T$  és  $\mu_1 < \mu$ , tehát  $\varphi_1 > \varphi$ , vagyis a hangsugár alulról tekintve homorú. A sugár visszafordulásához az kell, hogy egyszer vízszintes legyen. Hogy ez milyen magasságban történik, az  $\varphi$  értékétől függ, vagyis attól a szögtől, a mely alatt a hangsugarak kiindulnak. Annak feltétele, hogy a hangsugár vízszintes legyen ( $\varphi_1 = 90^\circ$ ):

$$\sin^2 \varphi = \frac{T}{T_1} \frac{\mu_1}{\mu}.$$



Körülbelül 70 km magasságban a  $N$ -ből és  $O$ -ból álló légkört  $H$ -légkör váltja fel. BORNE szerint a visszaverődés ennek a légkörnek határán áll elő.

BORNE elmélete ellen többféle kifogást emeltek. Ha a hangsugár olyan rétegen verődik vissza, a mely állandó és a hangforrás körül egyenletesen oszlik el, akkor a külső hallhatósági területnek zárt gyűrűnek és minden irányban egyenlő kiterjedésének kellene lennie. De ilyen teljes gyűrűt még sohasem tapasztaltak. A külső terület egészen szabálytalan, egyoldalú szokott lenni, sőt nem is mindig áll elő. A belső határa rendszeren éles, holott az alsó  $N$ — $O$ -réteg csak fokozatosan megy át a  $H$ -rétegbe. Ez a határ nem is állandó, mert megfigyelték, hogy 110, 130, 160, 190 km-nyire esik. A visszaverődést tehát csak változó ok idézheti elő.

Gyakran tapasztalták, hogy a külső terület belső szélén a hang erős. BORNE úgy magyarázza ezt, hogy a különböző magasságban visszaverődő hangsugarak itt találkoznak és így gyújtóvonal keletkezik. De [NÖLKE<sup>18</sup> ezt a megfigytést nem fogadja el. Gyújtóvonal ott keletkezik, a hol két szomszédos sugár metszi egymást. Ámde itt olyan sugaraknak kellene egymást metszeniök, a melyek nagyon különböző magasságban verődnek vissza, tehát megérkezésük között huzamosabb idő telik el és így egymást nem erősíthetik.

SCHMIDT<sup>19</sup> energetikus szempontból kifogásolta BORNE elméletét. Szerinte a második közegbe lépő hullám erőssége nem lehet nagyobb, mint az első közegben volt. Ha a terjedés sebessége a két közegben egyenlő, a hőmérséklet és a nyomás pedig változó, akkor a longitudinalis síkhullám energiája egyenesen arányos a nyomással és fordítva arányos az abszolút hőmérséklettel. Mikor a hangsugár a föld színéről (762 mm Hg, 10° C) nem is 70, hanem csak 50 km magasságba jut (0.5 mm Hg, —60° C), akkor a hullám energiája  $\frac{0.5 \cdot 283}{762 \cdot 213}$ -szor, vagyis 1150-szer kisebb, mint a kiindulásnál. Ezt az okoskodást ki lehet terjeszteni gömbhullámokra is, a viszonylagos gyengülés



a levegő ritkulása miatt ugyanaz marad. Ekkor még többszörös visszaverődést és elhajlást nem is vettünk számításba. A felső rétegekbe jutó energiának csak kis része verődik vissza. Ha a hangsugár további gyengülést nem szenved és az erősségnek a távolság négyzetétől fordított arányban függését figyelembe vesszük, akkor, mire a hangsugár leér, erőssége kisebb, mintha a föld felületén terjedve 34-szer nagyobb utat tett volna meg, vagyis 6100 km-re jutott volna a hangforrástól. Ha pedig a reciprocitás elve érvényes, vagyis a hang lefelé annyit veszít, mint felfelé, akkor a leérkező hang több, mint milliószor gyengébb a közvetlenül érkező hangnál. Az ilyen hanghullám sokkal gyengébb, semhogy meg lehetne hallani. Azonkívül EVERDINGEN kimutatta, hogy az újabb megfigyelések szerint a  $H$ -léggör határát még magasabbra kell helyezni, kb. 110 km-re. Ekkor a visszaérkező hang erőssége az előbbinél még sokszorta kisebb.

SCHMIDT energetikus kifogása leginkább hozzájárult BORNE elméletének elhanyagolásához. De SCHMIDT kiindulópontjának helyességét, tudniillik azt, hogy a hullám erőssége a második közegben kisebb, mint az elsőben, szintén kétségbe vonták. Különösen WEGENER<sup>21</sup> és SCHRÖDINGER.<sup>22</sup>

Ez utóbbi azonban BORNE elméletét sem fogadja el és pedig szintén energetikus okokból. A hang hővezetés és belső súrlódás folytán gyengül annyira, hogy a külső területen észrevehető hang alig keletkezhet. Léggöri nyomásnál ez a két tényező elhanyagolható, hacsak a hang nem igen magas (a hallhatóság felső határán) és a megtett út nem igen nagy. De a nyomás csökkenésekor a csillapodás nő. Ez lehet az oka annak, hogy magas rétegekben a repülők nem tudnak egymással hang útján érintkezni, maga a kis nyomás nem elég ok erre. Gázelméleti szempontból SCHRÖDINGER okoskodása igen valószínű. A hangsebesség olyan rendű, mint a molekuláris sebesség, azért a molekulák a szabad úthosszat annyi idő alatt teszik meg, mint a hang ezt az utat. Növekedő ritkulásnál, mikor a szabad úthossz mindinkább közeledik a hullámhosszhoz, egyetlen rezgés-



idő alatt élénk csere áll elő egyrészt a sűrűsödések és ritkulások helyén levő molekulák között, másrészt a hullámnak különböző tömegsebességű helyei között. Ezáltal a hő- és mozgásmennyiség különbsége egyes helyek között mindinkább kiegyenlítődik. Mindkét ok (hővezetés és belső súrlódás) zavarja a szabályos hullám kialakulását. Végül ha a szabad úthossz egyenlő a hullámhosszal, akkor hanghullám egyáltalában nem fejlődhet. Rövid hullámhossz esetében a zavar már nagyobb nyomásnál bekövetkezik. 30 m-es hullámhossz 80 km-nél nagyobb távolságig nem hatolhat. A hőmérséklet csökkenése felfelé még kedvezőtlenebbé teszi a viszonyokat a hullámok terjedésére nézve.

Azt a változó tényezőt, a mely a hangsugár felfelé görbülését és visszaverődését idézi elő, SCHMIDT újra a szélben keresi, ha ennek sebessége a magassággal növekszik. SCHMIDT tehát visszatért DE QUERVAIN magyarázatára, a ki utóbb pontosabban fogalmazta meg felfogását.<sup>23</sup> A szél iránya és sebessége változó és így ilyen módon a szabálytalan alakú és bonyolult hallhatósági területeket is meg lehet magyarázni. A szélviszonyok folytán több különálló külső terület is keletkezhet, amint ezt már többször megfigyelték. E mellett a hőmérséklet változását felfelé sem szabad figyelmen kívül hagyni. Ha szélszend van és a hőmérséklet felfelé csökken, akkor a hangsugár alulról tekintve domború. Ilyenkor külső terület nem keletkezik. Ha a hőmérséklet felfelé csökken és a szél alulról kezdve felfelé erősödik, akkor a szél ellenében a hallhatósági terület kiterjedése csekély, ellenben a szél irányában nagy, de az egész terület összefüggő. Ha pedig a hőmérséklet felfelé csökken és a szél fokozatos erősödése csak magasabb rétegben kezdődik, akkor a hangsugár felfelé görbül és 10—12 km magasságban lefelé fordul. Csak az a kár, hogy a felsőbb réteg meteorológiai viszonyait kevésbé ismerjük.

EMDEN<sup>24</sup> a hőmérséklet csökkenésével és a szél erősödésével felfelé valóban olyan magyarázatot tudott adni, a mely qualitative megfelel a tapasztalatnak. A szél sebességének növeke-



dése felfelé elég lehet arra, hogy a hőmérséklet csökkenésének hatását legyőzze. Az ilyen szél a hullámfelület felső részét előre viszi, a hullámfelület normálisa, vagyis a hangsugár lefelé irányul, visszafordul.

NÖLKE evvel szemben újból a levegőben előforduló hőmérsékleti inverziókra fordítja figyelmét. Kimutatja, hogy inverziós rétegekkel a jelenség minden részletét a tapasztalattal meg egyezően lehet magyarázni. Csak a hangsugár elhajlását nem szabad figyelmen kívül hagyni, mint eddig tették.

A levegőben levő inverzió mindenesetre gyenge arra, hogy az el nem hajlított, meredek pályán haladó sugarat annyira megtörje, hogy teljes visszaverődés álljon elő. De mindig vannak olyan elhajlított sugarak, a melyek a földhöz közel eső inverziós rétegeket kis szög alatt érik úgy, hogy aránylag csekély inverzió elegendő a hangsugár megfordítására. Ha például a hangsugár  $3\frac{1}{2}^\circ$  alatt esik az inverziós rétegre, akkor az inverzióban felfelé  $1^\circ$ -nyi növekedés már elegendő arra, hogy a teljes visszaverődés bekövetkezzék.

Ilyen inverziót csekély magasságban igen gyakran észlelnek. Oka többféle lehet. Előállhat úgy, hogy melegebb áram hidegebb réteg fölé helyezkedik, vagy ha felhők keletkezésénél a vízgőz lecsapódásakor meleg szabadul fel. Ha az inverziós réteg szabálytalanul fejlődik ki, akkor a hallhatósági terület alakja is szabálytalan. Az inverzió különböző magasságban lehet, ezért a külső terület távolsága mindig változó. Lehet az inverzió hézagos, egyes helyeken sülyedhet vagy emelkedhet, ezáltal a hallhatósági terület alakja változik. A jelenség egészen el is maradhat még akkor is, ha a hangforrás fölött inverziós réteg van. A viszonyok a hőmérsékleti gradiens értékétől és az inverziós réteg magasságától függnek, melyeket NÖLKE részletes vizsgálatnak vet alá, azonkívül a gyújtóvonat keletkezését igen jól tudja megmagyarázni.

Különösen EVERDINGEN<sup>25</sup> megfigyelései kedveznek NÖLKE magyarázatának.

Egy másik körülmény is mellette szól. BRAND<sup>26</sup> vette először



észre az 1915. évben összegyűjtött megfigyelésekből, hogy a hang hallhatósága függ az évszaktól. Messze vidéken főleg télen lehet az ágyúhangot hallani, nyáron ritkán és akkor is gyengén. REMPP is megfigyelte, hogy Délpfalzban és Elsass egy részében az ágyúzás a nyarat kivéve egész évben hallható.

LUDEWIG<sup>27</sup> az összegyűjtött megfigyelésekből szintén azt olvasta ki, hogy a külső hallhatósági terület csak télen keletkezik, nyáron alig.

BRAND<sup>28</sup> későbbi megfigyelései pedig az évi szakaszosságot kétségtelenné teszik.

A hangsugár visszafordulását tehát olyan oknak kell előidéznie, a mely ugyanúgy változik évszakok szerint, mint a hallhatóság. Lehetetlen, hogy a szél nyáron kevésbbé kedvez a hang terjedésének, mint télen, mert a szél iránya minden évszakban minden irányban változik. Ellenben az inverziók télen gyakoribbak, mint nyáron. Nyáron a hőmérséklet felfelé gyorsan csökken, az inverziók hiányoznak, vagy gyengék. A hőmérséklet gyorsabb változása folytán a sugarak nagy mértékben meggörbülnek és így a gyenge inverziót úgyszólván irányváltozás nélkül lépik át. Télen a hőmérséklet felfelé lassan csökken, az inverziók gyakoribbak és erősebbek. A hangsugarak kevésbbé görbülnek meg, azért az inverziós réteg hamarább előidézi a megfordulást.

Az évi perioduson kívül a hallhatóságban napi periodust is megfigyeltek. Éjjel és kora reggel a hallhatóság a legjobb, mert reggel az inverzióknak maximuma van és a hőmérséklet alul legegyenletesebb.<sup>29</sup>

Evvel szemben DE QUERVAIN több olyan esetet ismertet, a melyet az egyidejűleg megfigyelt szélviszonyokkal és hőmérsékleti gradienssel jól meg lehet magyarázni.<sup>30</sup>

Mint látjuk, a hang terjedése közben tapasztalt jelenségeket még nem sikerült egészen tisztázni. A leírt megfigyelések és elméletek azt a benyomást keltik, hogy az elméletek mindig csak az okok egyikét tolják előtérbe, holott valószínű, hogy valamennyi ok együtt működik. Az sincs kizárva, hogy az egyik



esetben főleg inverzió létesíti a hangsugár megfordulását, a másik esetben a szél és hőmérséklet változása. Az előbbi csoportba tartozik talán NÖLKE néhány példája, az utóbbi csoportba pedig DE QUERVAIN utóbb idézett példái. Valószínű azonban, hogy legtöbbnyire az összes okok egyszerre hatnak.

*Mende Jenő.*

#### Irodalom.

1. Die Erdbebenwarte, 1904/5, IV. 1. l. — 2. Die Erdbebenwarte, 1906/7, VI. 110. l. — 3. Ann. d. schweizerisch. meteor. Centralanstalt, 46. 1908. Anhang Nr. 8., 3. l. — 4. Sitzungsber. d. Wiener Akad., Abt. IIa., 122. 1683. 1913. — 5. Meteorologische Zeitschr. 29. 543. 603. 1912; 31. 356. 1914. Nature, 89. 487. 1912. — 6. Barographenzeichnung bei der Explosion eines Pulverturmes, Met. Zeitschr. 8. 240. 1891. — 7. Met. Zeitschr. 32. 199. 1915. — 8. *Van Everdingen* megfigyelésére nézve Die Naturwissenschaften, 4. 213. 1916; SCHMIDT, Met. Zeitschr., 33. 314. 1916. — 9. Ann. d. schweiz. meteor. Centralanstalt, 52. Anh. Nr. 6., 14. l. 1914. — 10. BRAND, Das Wetter, 33. 1., 25. és 49., 1916. — 11. HILLERS, Met. Zeitschr., 33. 548. 1916. — 12. Met. Zeitschr., 32. 207. 1915. — 13. Met. Zeitschr., 34. 58. 1917. — 14. Meinardus, Met. Zeitschr., 12. 14. 1895. — 15. Ann. d. Hydrographie u. maritimen Meteorologie, 44. 381. 1916. — 16. BRAND, Met. Zeitschr., 34. 58. 1917. — 17. Phys. Zeitschr., XI. 483. 1910. 18. Phys. Zeitschr. XVII. 31. 1916. — 19. Die Naturwissenschaften, 2. 925. 1914; Met. Zeitschr. 33. 366. 1915; Phys. Zeitschr. XVII. 333. 1916; Das Wetter, 33. 145. 1916. — 20. Met. Zeitschr., 34. 134. 1917. — 21. Met. Zeitschr., 38. 35. 1916. — 22. Phys. Zeitschr., XVIII. 441. 1917. — 23. Ann. d. schweiz. meteor. Centralanst., 1914. id. h. — 24. Sitzungsber. d. math.-phys. Klasse d. k. bayer. Akademie in München, 1916, 113. — 25. NÖLKE, Phys. Zeitschr., XVIII. 501. 1917. — 26. Das Wetter, 33., 145. 1916. — 27. Met. Zeitschr., 38. 35. 1916; Ann. d. Hydrographie u. maritimen Meteorologie, 44. 381. 1916. — 28. Met. Zeitschr., 34. 158. 1917. — 29. BRAND, Das Wetter, 33. 55. 1916. 30. Ann. d. schweiz. met. Centralanst. 1915. évi kötetében: Jahresbericht d. schweiz. Erdbebendienstes, 14. l.

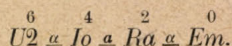


## AZ IZOTOP ELEMEKRŐL.

A radioaktivitás az önként felbomló és átalakuló atomok fogalmával ismertetett meg bennünket. Ezt az átalakulást élesen elválasztotta minden más vegyi folyamattól az az ismeretes tapasztalat, hogy a radioaktív anyag bomlását semmiféle külső behatással sem siettetni, sem késleltetni nem tudjuk. 1913 elejéig tartott, míg ez a jelenségcsoport szorosabb kapcsolatba lépett a fizika és kémia többi jelenségeivel. Ekkor sikerült ugyanis megoldani azt a régebben kitűzött problémát, hogy a radioaktív elemeket hogyan kell az elemeknek MEYER-MENDELEJEFF-féle periodikus rendszerébe beilleszteni. Ezt pedig az tette lehetővé, hogy FAJANS és kevéssel utóbb tőle függetlenül SODDY az úgynevezett eltolódási törvényeket felállították.

E törvények a következők: Az  $\alpha$ -sugárzás folytán keletkező elem a szülőelemtől a periodikus rendszernek ugyanabban a vízszintes sorában két helylyel balra kerül (csoportszáma kettővel alacsonyabb rendű lesz), a  $\beta$ -sugárzás útján keletkező elem pedig a szülőelemtől egy helylyel jobbra kerül (csoportszáma egygyel magasabb lesz).

E törvények felállítását az tette lehetővé, hogy egyes helyeken a bomlássorban egymásután következő néhány elemről ismeretes volt, hogy a periodikus rendszernek melyik csoportjába tartozik. Ilyen elemek például a következők:



Az urán már a régebbi periodikus rendszerben is benn volt, még pedig a 6. csoportban. Az  $\text{Pb}$  vegyi tulajdonságaiban annyira rokon a thoriummal, hogy vele egy csoportba, a 4.-be kell jutnia. A  $\text{Po}$  mérhető mennyiségben állott a kémikusok rendelkezésére és így közvetlen megfigyelések alapján a 2. csoportba sorozták. Az  $\text{Rn}$  a nemes gázok közé tartozik, tehát a 0 csoportban van a helye.

Közvetlenül az eltolódási törvények felállítását után a radioaktív elemeket el lehetett helyezni a periodikus rendszerben. Minthogy ezeknek az elemeknek atomsúlya 206 és 238 közé esik, azért a rendszer utolsó



két sorában kell őket elhelyezni. De a radioaktív elemek száma jóval felülmúlja az utolsó két sorban rendelkezésünkre álló helyek számát és így a periodikus rendszernek ugyanarra a helyére több elemnek kell jutnia. Erre utalt már az a régebbi tapasztalat is, hogy egyes radioaktív anyagok egymással vagy valamelyik állandó elemmel kémiai tekintetben annyira rokonok, hogy el sem különíthetők. Ennek legrégebben ismert példája az *Io* és *Th*, vagy a *Pb* és *RaD*.

Az elemeknek azt a csoportját, a mely a periodikus rendszerben közös helyet foglal el, FAJANS plejádnak nevezte. Szerencsésebb SODDY elnevezése, szerinte az ilyen elemek izotopok (izos=egyenlő, topos=hely). Ilyenek pl. *RaG*, *AcD*, *Pb*, *ThD*, *RaD*, *AcB*, *ThB* és *RaB*, vagy *AcX*, *ThX*, *Ra*, *MsTh*. Összesen 10 plejádót ismerünk.

Az izotop elemeket semmiféle kémiai módszerrel elkülöníteni eddig nem sikerült. Azelőtt is ismertek kémiai tekintetben közel rokon elemeket. Tudjuk, hogy a rádiumot és báriumot csak sokszoros frakcionált kristályosítással lehet egymástól elkülöníteni. De a megegyezésnek ekkora fokát, a mely a kémiai szétválasztás teljes lehetetlenségében nyilvánul, csak az izotopia felfedezése óta ismerjük. A *Pb* és *RaD* tömegének viszonya még ezer kristályosítás után sem változott. A kémikusra nézve az izotop *Pb* és *RaD* keveréke mint egységes anyag szerepel, mert az izotopok vegyi tulajdonságaikban észrevehető mértékben nem különböznek, a kvalitatív elemzés szempontjából megegyeznek.

Ez azért meglepő, mert az izotopok atomsúlyban lényegesen eltérnek egymástól. Az eltérés nyolcz egységet érhet el, mint a *RaF* és *RaA* esetében. Eddig azt hittük, hogy az atomsúly az elem természetét meghatározza, most pedig olyan elemeket találtunk, a melyeknek atomsúlya különböző, de kémiai tekintetben mégis azonosak. Viszont vannak olyan elemek, a melyeknek atomsúlya egyenlő, de vegyi tulajdonságaik különböznek. Ilyen izobar elemek pl. *MsTh 1*, *MsTh 2* és *RdTh*. Közös atomsúlyuk 228 és rendre a 12. sorban a 2., 3. és 4. csoportba tartoznak.

Minden plejádban van olyan elem, a mely vagy állandó, vagy bomlási félideje lényegesen nagyobb, mint a többi izotop elemé. A plejádót erről az elemről szoktuk elnevezni. Így beszélünk a *Tl*, *Pb*, *Bi*, *RaF* (*Po*), *RaEm*, *Ra*, *Ac*, *Th*, *Pa* (protaktinium) és *U1* plejádjáról. Ezt az elnevezést a következő meggondolás indokolja. Az izotopok keverékének atomsúlyát elsősorban az az elem határozza meg, a mely a keverékben túlnyomó. De mennél gyorsabban bomlik az elem, annál kevesebb van



belőle a keverékben. Így tehát a keverék atomsúlya a leglassabban bomló vagy az állandó elem atomsúlyához van legközelebb. Ha a plejád atomsúlya gyanánt ennek az állandó vagy lassan bomló elemnek atomsúlyát vesszük, akkor a periodikus rendszer utolsó két sorában is az elemek növekedő atomsúly szerint következnek.

Az atomsúlyon kívül az izotop elemek még főleg radioaktív tulajdonságaikban különböznek. Igaz, hogy az izotopok vagy túlnyomóan  $\alpha$ -sugárzók, vagy majdnem mind  $\beta$ -sugárzók. Így a *RaF* és izotopjai mind  $\alpha$ -sugárzók, a *Fb* izotopjai pedig  $\beta$ -sugárzók. De ezek az izotopok bomlási felidőben mind különböznek egymástól. Arra is van példa, hogy  $\alpha$ - és  $\beta$  sugárzó anyagok izotopok. Ilyenek a *Th* ( $\alpha$ ) plejádjában az *UY* ( $\beta$ ), vagy a *Pa* ( $\alpha$ ) és *UX<sub>2</sub>* ( $\beta$ ). A radioaktív sugárzások eltérése ad módot arra, hogy az izotopok keverékében az egyes elemeket felismerhessük.

FAJANS (1913) az izotop anyagok atomsúlya és élettartama között érdekes összefüggést talált. Az izotop  $\alpha$ -sugárzó elemek élettartama a növekedő atomsúlyal nagyobbodik, ellenben ugyanabban a plejádban a  $\beta$ -sugárzó izotopok élettartama növekedő atomsúlyal csökken. Egyetlen kivétel a polonium (*RaF*). Izotopjai mind  $\alpha$ -sugárzók, köztük a *Po* bomlási félideje a legnagyobb, atomsúlya ellenben a legkisebb.

A most idézett törvényszerűségnek egyik alkalmazása az, hogy ez az első módszer, a melylyel az *Ac* atomsúlyára következtetni lehetett. Az *Ac* egész bomlássorában u. i. egyetlen elem sincs, melynek atomsúlyát közvetlenül meg lehetne mérni. Ha az *Ac*-ot és bomlástermékeit az izotopokkal összehasonlítjuk, akkor az előbbi szabállyal úgy maradunk a legjobb megegyezésben, ha az *Ac* atomsúlyát 227-nek vesszük.

A megegyezés az izotopok között nemcsak a vegyi tulajdonságokra terjed ki. Izotop anyagok színképe is megegyező és pedig nemcsak a vonalak helyzetében, hanem a megfelelő vonalak erősségében is. EXNER és HASCHEK semmiféle eltérést sem találtak egyrészt a thorium, másrészt az ionium és thorium keverékének színképe között, pedig az ionium a keverék 15%-a volt. RICHARDS és LEMBERT a *Pb* színképét hasonlítoták össze izotopjainak színképével és szintén nem találtak eltérést.

Abból, hogy az izotopokat frakcionált kristályosítással nem lehet elkülöníteni, következik, hogy moláris oldhatóságuk egyenlő, vagyis ugyanabban az oldó anyagban a telítés előidézésére minden izotopnak ugyanannyi molja szükséges. Nem találtak különbséget az izotopok között az olvadáspontban, mágneses susceptibilitásban, sóik oldatának törésmutató-



jában stb. Mikor HEVESY és PANETH elektrolitikus úton annyi *RaD*-t állítottak elő, hogy az elektrodot éppen látható mennyiségben borította, kimutatták, hogy érintkezésbeli feszültsége is egyenlő a *Pb*-ével.

Ellenben különbözniök kell az izotopoknak minden olyan tulajdon-ságban, a mely az atomsúlytól függ. Így a szilárd állapotban levő izotopok sűrűsége is eltérő. RICHARDS és WADSWORTH a *Pb* néhány izotopján azt találták, hogy a sűrűség az atomsúlyal egyenesen arányos. Viszont az atomtérfogat (1 grammatom tömeg térfogata) megegyezőnek bizonyult.

Az izotopok közül a legnagyobb figyelmet a *Pb* plejádja keltette. Itt találjuk a radioaktív bomlássorok végső termékeit, a melyeket *Ra*-ólom, *Th*-ólom és *Ac*-ólom névvel szoktak ellátni. BOLTWOOD már 1907-ben nagy valószínűséggel kimondta, hogy az *U*—*Ra* bomlássor végső, inaktív eleme a *Pb*, mert azt találta, hogy azokban a megegyező eredetű urántartalmú ásványokban, a melyek a geológiai korszakok folyamán változatlanul maradtak, az *U* és *Pb* tömegének viszonya állandó. A *Th* és *Ac* végső bomlástermékére nézve azonban ezek a vizsgálatok semmit sem tudtak kideríteni. Mikor a radioaktív anyagokat sikerült a periodikus rendszerben elhelyezni, kiderült, hogy valamennyi végső bomlástermék a *Pb* izotopja. Atomsúlyuk elméleti úton egyszerűen meghatározható. Az  $\alpha$ -részcseke, mint ismeretes, pozitív töltésű *He*-atom, a  $\beta$ -részcseke elektron. Tehát  $\alpha$ -sugárzás folytán az atomsúly 4 egységgel csökken,  $\beta$ -sugárzás folytán pedig észrevehető mértékben nem változik. Ha a *Ra* és *Th* ismeretes atomsúlyából és az *Ac* felvett atomsúlyából indulunk ki, akkor az uránólom atomsúlya 206·0, a thoriumólomé 208·0, az actiniumólomé pedig 207. A közönséges ólom atomsúlya 207·2.

Ennek az okoskodásnak eredményét többen kísérleti úton ellenőrizték. Olyan urántartalmú ásványokból, a melyekben alig van *Th*, kivonták a *Pb*-öt és megmérték atomsúlyát. Már az első megfigyelések is olyan atomsúlyokra vezettek, a melyek néhány tizeddel kisebbek voltak a közönséges *Pb* atomsúlyánál és így közeledtek az *U*-ólom számított atomsúlyához (206·0). Mikor pedig az urántartalmú érczet különös gondal választották ki, hogy thoriumtól mentes legyen és a kísérő ásványokban nem radioaktív eredetű ólom ne legyen, akkor a nyert értékek (HOENIGSCHMID és HOROWITZ méréseinél 606·05 és 206·06, RICHARDS és WADSWORTH méréseinél pedig 206,08 és 206·12) már egész közel jutottak a tiszta *U*-ólom elméleti atomsúlyához. Nehezebb olyan ásványt találni, a melyben nagyobb mennyiségű *Th* mellett kevés *U* van.



A ceyloni thoritból kivont ólom atomsúlya 207·77 volt, a norvégiai thoritból kivont ólomé pedig 207·9. Mint látjuk, ezek az atomsúlyok lényegesen nagyobbak a közönséges óloménál és elég közel esnek a tiszta *Th*-ólméhoz. Az eltérést az okozza, hogy a *Th*-ólomhoz kisebb atomsúlyú *U*-ólom keveredett. Látjuk tehát, hogy a tapasztalat támogatja azt a felfogást, hogy a közönséges ólmon kívül még legalább két-féle ólom van, az *U*-ólom és *Th*-ólom.

Az izotopia a kémiai elem meghatározásának átalakítását tette szükségessé. Az elem eddig olyan anyagot jelentett, a melyet semmiféle módszerrel felbontani nem tudunk (R. BOYLE, 1661). Minden elem DALTON szerint megegyező atomokból áll. Bármely anyagot körülbelül 80 elem közül vett néhány anyagból lehet felépíteni. Hogyan alakítsuk át az elem definícióját, erre nézve két ellentétes felfogás áll egymással szemben. FAJANS az izotopokat külön elemeknek tekinti, HEVESY és PANETH felfogása szerint pedig az izotopok nem különböző elemek, hanem csak ugyanannak az elemnek különböző fajái. Ha összekeverünk *U*-ólmot és közönséges ólmot, akkor a keverékből a kétféle ólmot különválasztani nem tudjuk. Ha tehát a kétféle ólmot külön elemnek tekintjük, akkor az eredeti elemeket a keverés folytán elvesztettük, helyette új elemet kaptunk. Elvész tehát az elemnek az a fontos tulajdonsága, hogy elemet sem előállítani, sem megsemmisíteni nem lehet. PANETH definíciója a következő: «Két elemet akkor jelölünk közös néven, ha egymással összekeverve semmiféle *vegyi* módszerrel el nem választ-hatók.» Az izotopok ugyanazt az elemet jelentik; az elemek száma véges, legfeljebb 92 elem lehetséges; de ugyanannak az elemnek nem minden atomja egyenlő, mert az ólmok keverékében, a mely PANETH szerint elem, a közönséges ólom és a radioaktív eredetű ólmok atomai eltérők.

FAJANS nem ismeri el jogosnak, hogy különbséget tegyünk azokban a módszerekben, a melyekkel az anyagot fel lehet bontani, vagy keverék-természetét fel lehet ismerni. A radioaktivitás új elemek felfedezését tette lehetővé. Van olyan plejád, a melynek *minden* tagját egyedül a radioaktív sugárzás alapján ismerhetjük fel. Így a *Pa*-nak csak egyetlen izotopja van, az  $UX_2$ , kémiai úton elemezhető mennyiségben egyiket sem ismerjük. Ha tehát a radioaktivitást elfogadjuk mint új elemeket felfedező módszert, akkor el kell fogadnunk arra is, hogy az elemeket egymástól megkülönböztessük. Ezért FAJANS definíciója a következő: «Az elem olyan anyag, a melyet semmiféle *vegyi* vagy fizikai



eljárással egyszerűbb részekre felbontani nem lehet és a melyet nem ismertek fel mint más anyagok keverékét.»

HEVESY és PANETH tiszta elemeket és keverékelemeket különböztetnek meg, FAJANS szerint az izotop elemek ugyanahhoz az elemtípushoz tartoznak.

J. J. THOMSON vetette fel azt a kérdést, vajjon az izotopia csak a nagyobb atomsúlyú elemek körében található-e fel. Erre a kérdésre a pozitív sugarak módszerével igyekezett felelni. Csősugarakat keltett abban a gázban, melynek természetét vizsgálni akarta. A csősugarak sűrítő elektromos terén és elektromágnes mágneses terén haladtak át. Mint ismeretes, pályájuk görbültségéből specifikus töltésükre ( $e/m$ ) lehet következtetni. Az egy elemi töltést hordó ionok atomsúlyuknak megfelelően szétválnak és így a csőben levő gáz «tömegszínképét» nyerjük, még pedig az «elsőrendű» színképét. A két elemi töltésű atomionok a másodrendű «tömegszínképét» keltik s így tovább. THOMSON ismeretes atomsúlyú gáz vonalát is keltette, hogy a többi gáz atomsúlyát ehhez viszonyíthassa.

Az izotopiát a kisebb atomsúlyok körében J. J. THOMSON először a neonnal figyelte meg. A neonnal keltett csősugarak két éles vonalat létesítettek. A nagyobb intenzitású vonal 20 atomsúlynak felelt meg, a kisebb erősségű vonal pedig 22-nek. Ezt az utóbbi elemet THOMSON metaneonnak nevezte el. A közönséges neon atomsúlya 20.2. Ezt úgy értelmezhetjük, hogy a közönséges neon két izotopnak, a 20 atomsúlyú neonnak és a 22 atomsúlyú metaneonnak keveréke, még pedig a metaneon a keverék 10%-a.

Aston lényegében ugyanevvel az eljárással utóbb az anyagok egész sorozatán tapasztalta az izotopiát. A neonra talált előbbi eredményt megerősítette, sőt a másodrendű tömegszínképben is megtalálta ennek a két atomsúlynak vonalait.

A chlor elsőrendű tömegszínképében a 35, 36, 37, 38 atomsúlynak megfelelő vonalak látszottak. Ezt Aston úgy magyarázza, hogy a közönséges chlor, melynek atomsúlya 35.46, 35 és 37 atomsúlyú izotopok keveréke, a másik két vonalat pedig a  $HCl^{35}$  és  $HCl^{37}$  molekulák keltik, mert az előbbi két vonal a másodrendű színképben is megjelent. A negatív  $Cl$ -ionok színképében szintén csak ez a két vonal keletkezett. A 39-es atomsúly helyén is látszott vonal, de ennek eredete még kétes.

Az argon esetében a 40 atomsúly vonala az első három színképben jelentkezett. De az  $A$  atomsúlya 39.88, tehát kell még kisebb atomsúlyú



atomizotopjának lennie. Ezt Astron a 36-os atomsúlynál valóban meg is találta. A kripton hat izotop keveréke 78, 80, 82, 83, 84, 86 atomsúlylyal. A közönséges kripton atomsúlya 82·92. A xenon izotopjai 129, 131, 132, 134 és 136, két gyenge vonal (128 és 130) még kétes.

A brom atomsúlya 79·92. Két izotop keverékének bizonyult, az alkotórészek atomsúlya 79 és 81.

A bórról az eddigi vizsgálatokból még csak annyi következik, hogy legalább két izotop keveréke. A fluor (atomsúlya 19·0) és a jod egyszerű elemek. A *Si* (28·3) izotopjainak atomsúlya 28 és 29, a 30-as atomsúlyú izotop még kétes. A *S*, *P*, *As* egyszerű elemek. A *Hg* keverékelem, de izotopjait még nem sikerült különválasztani. A 197 és 200 atomsúlyok között az ötödrendű színekben a vonalak összefolytak. A 202 atomsúlynál különálló erős vonal lépett fel, a 204-nél pedig gyengébb. A *Se*, *Te*, *Sb* megvizsgálása evvel a módszerrel eddig nem sikerült.

Utóbb Astron és G. P. Thomson a *Li*-ot elemezték, melynek atomsúlya 6·94. Két olyan izotopra tudták felbontani, melynek atomsúlya 6 és 7.

Majd az alkalis fémeket vizsgálta Astron. A *Na* egyszerű elem atomsúlya 23·0. A *K* (39·10) két izotopból áll 39 és 41 atomsúlylyal. A *Rb* (85·45) két vonalat kelt 85 és 87 atomsúlynál. A *Cs* (132·81) tömegszínekében csak egy vonal látszott 133-nál, de a *Cs* atomsúlya arra utal, hogy még kisebb atomsúlyú izotopjának is kell lenni. Végül Dempster a *Mg*-nak három izotopját határozta meg 24, 25, 26 atomsúlylyal.

A lényeges ezekben a vizsgálatokban az, hogy minden olyan anyagot, a melynek atomsúlya törtszám, fel lehet bontani olyan izotopokra, melyeknek atomsúlya egész. Így visszajutottunk arra a gondolatra, a melyet Prout már 1815-ben hangoztatott.

Még csak arról kell röviden szólnunk, hogyan ad számot a Rutherford-Bohr-féle atomelmélet az izotopiáról. Mint ismeretes, minden anyagot a rendszám jellemez. A *H* rendszáma 1. Ha a periodikus rendszerben egy helylyel tovább megyünk, akkor a rendszám egy egységgel nő. A rendszám az atom magjában levő pozitív elemi töltések számával egyenlő.  $\beta$ -sugárzás esetében a mag pozitív töltése egy elemi mennyiséggel nő, tehát a keletkező elem rendszáma egygyel nagyobbodik. Az  $\alpha$ -részecske két elemi pozitív töltésmennyiséggel hagyja el az atom magját és így a keletkező elem rendszáma két egységgel csökken. Mint látjuk, ez a következtetés teljesen megegyezik a Fajans-Soddy-féle eltolódási törvényekkel.



Ha a radioaktív bomlássorban egy  $\alpha$ -sugárzást két  $\beta$ -sugárzó anyag követ, akkor újra a periodikus rendszernek ugyanarra a helyére jutunk vissza, a fejlődő elem az  $\alpha$ -sugárzó anyag izotopja. Az atommag két pozitív és két negatív elemi töltést veszített, tehát az atommag töltésmennyisége változatlan, a rendszám ugyanaz. Az izotopok tehát olyan elemek, a melyeknek atommagja megegyező töltésű.

A mag körül keringő elektronok száma megegyezik a mag pozitív töltésegységeinek számával. Minthogy az izotopok atommagja ugyanannyi pozitív töltést tartalmaz, azért a külső elektronok elhelyezkedése is lényegében ugyanaz. Tehát azt várhatjuk, hogy mindazok a tulajdonságok, a melyeket a külső elektronok határoznak meg, így elsősorban a vegyi tulajdonságok és a színkép, az izotopoknál megegyeznek.

Az izotopok magja az előbbieket szerint nem azonos. Pl. az  $U_1$  és  $U_2$  magja közül a második egy  $\alpha$ -részcsekével és két  $\beta$ -részcsekével kevesebbet tartalmaz. Tehát a mag szerkezete eltérő. Ennélfogva azok a jelenségek, a melyek az atom magjában folynak le, így a radioaktív sugárzások, az izotopoknál eltérők. Sőt kisebb különbséget a külső elektronok jelenségeiben is várhatunk, de mindenesetre csak olyan kicsit, a melyet csak finomabb módszerekkel lehet kideríteni. HARKINS és ARONBERG az  $U$ -ólom (atómsúlya 206.0) és a közönséges ólom (207.2) színképének  $405.8 \mu\mu$  vonalánál  $0.00043 \mu\mu$  különbséget találtak. MERTON pedig megfigyelte, hogy ugyanennek a vonalnak hullámhossza a szurokérczből eredő ólomnál, mely jórészt  $U$ -ólom,  $0.00050 \mu\mu$ -nal nagyobb, mint a közönséges ólomnál, a thorium-ólom színképében pedig  $0.00022 \mu\mu$ -nal kisebb.

Mende Jenő.

## SZEMLÉLTETŐ ESZKÖZ A VÍZLÉGSZIVATTYÚ MŰKÖDÉSÉNEK BEMUTATÁSÁRA.

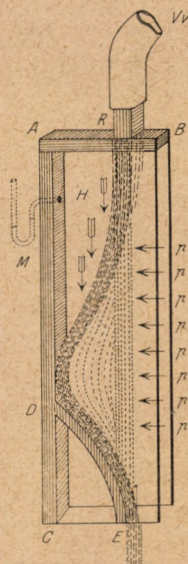
A vízlégszivattyúk működését és általában a mozgásban lévő víz és levegő közt keletkező surlódást — mint a folyóvizek és vízesések surlódását a levegővel — a következő egyszerű készülékekkel állíthatjuk elő és bizonyíthatjuk.

Az első készülék áll két egyenlő nagyságú üveglemezből, melyeknek hossza 24 cm és szélessége 7 cm. (1. ábra.) A lemezek közé 7 mm szélességű  $AB$ ,  $AC$  és  $DE$  lécek vannak erősítve, légmentesen. Az egyenlő szélességű lécek a két üveglemezt mindenütt egyenlő távolság-



ban tartják egymástól, vagyis a lemezek párhuzamosak. Az  $AB$  lécz két részből áll és a részek között négyzet alakú hézag marad, a mely fölé a hézaggal egyenlő keresztmetszetű cső ( $R$ ) van légmentesen erősítve. Kísérletnél az  $R$  csövet kaucsukcső által a vízvezeték csapjával kötjük össze és a készüléket függőleges helyzetben tartjuk.

Midőn a csövön vízsugarat bocsátunk át, akkor az surolni fogja a két üveglemezt és a  $DE$  lécz alsó részét; ezáltal a két lemez között teljesen bezárt tér keletkezik, a melyet a két üveglemez,  $AR$ ,  $AC$ ,  $DE$  lécek és a vízsugár zár be. A vízsugár két oldalán levegővel érintkezik és azt surolja. A surolt részeket magával viszi, miáltal a  $H$  térben bezárt levegő mennyisége kevesebb lesz, ritkítás és kisebb nyomás keletkezik. A külső oldalon elsodort levegő a szabad nyíláson át újjal pótlódik, ezért a külső nyomás állandó marad. A vízsugár két oldalán keletkező különböző nyomás következménye az lesz, hogy a nagyobb nyomású külső levegő a vízsugarat a belső kisebb nyomással bíró térbe nyomja ( $p$ ) és az a nyomás hatására befelé hajlik az ábrán látható módon. A  $H$  térben történő ritkítás fokához mérten a vízsugár mindig közelebb hajlik az  $AC$  léchez, végre azt surolja. A ritkítás fokát a vízsugár elhajlása mutatja, de azt az  $AC$  léche alkalmazható manométerrel ( $M$ ) is mérhetjük.



1. ábra.

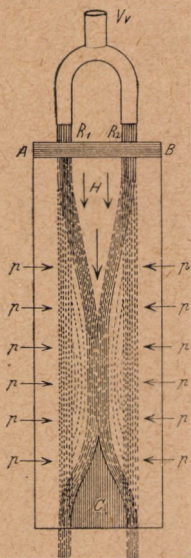
Ha a vízsugár már erősen behajlott és nem bír ellentállni a külső levegő nyomásának, akkor az időnkint átszakítja a vízsugarat és levegő megy be a  $H$  térbe. Nagy víznyomás és a folyadéksugár nagy sebessége esetén erős ritkítás és nagy oldalnyomás keletkezik, a mi szétszórja a vízsugarat. A kísérletet vízvezeték hiányában 2 m magasra helyezett edényből kivezetett vízsugárral is lehet végezni.

E készülékkel szemléletesen lehet előállítani: 1. a vízlégszivattyúk működését és általában a víz és levegő surlódását, 2. a levegő oldalnyomását, 3. két egymásra merőleges erő hatása alatt mozgó vízsugár pályáját; egyik a Föld vonzóereje, a másik a levegő oldalnyomása. A kísérleti mérések szerint ez a pálya parabolikus.

A fenti jelenségeket két vízsugár alkalmazásával is előállíthatjuk. E készülék összeállítása a következő. (2. ábra.) Két egyenlő nagyságú



üveglemez közé  $AB$  lécs van erősítve, a mely három részből áll és a részek között két négyzetátmetszetű hézag marad. A két hézag fölé kétágú cső van erősítve légmentesen, melynek ágai  $R_1$   $R_2$  két cm távolságra állanak egymástól és az átmetszetük egyenlő az alattuk lévő nyílással. A lemezek közé az alsó részen  $\wedge$  alakú akadály van erősítve, ( $C$ ), a melynek vastagsága egyenlő az  $AB$  lécs vastagságával és szélessége alul 2·5 cm. A készüléket a vízvezetékkel kapcsoljuk és függőleges helyzetbe állítjuk.



2. ábra.

A kétágú csővön két vízsugarat bocsátunk át, a melyek surolják a két üveglemezt és a  $C$  akadály alsó részét; ezáltal bezárt teret ( $H$ ) kapunk, a melyet a két üveglemez,  $AB$  lécs,  $C$  akadály és a két vízsugár zár be. A sugarak a  $H$  térből magukkal viszik a levegőt és ritkítás keletkezik, mire az állandó külső, nagyobb nyomású levegő ( $p$ ) a vízsugarakat egymáshoz hajlítja s azok végre alul összeolvadnak.

Ez utóbbi kísérletet még úgy is tekinthetjük, mint két egyirányú elektromosáram vonzásának analog jelenségét. Tapasztalat szerint két vezeték, melyekben egyirányú elektromosáramok keringnek, elegendő távolságból közelednek egymáshoz; de azt az erőt, mely a közeledést előidézi, közvetlenül nem tapasztalhatjuk. A mai fizikai meggyőződésünk szerint azt mondjuk, hogy a vezetékek közeledését a bennök

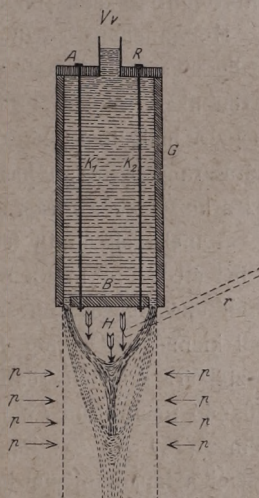
keringő elektromosáramok kölcsönös vonzása idézi elő. De két vezeték közeledését nemcsak a köztük képzelt vonzóerő, hanem a vezetékekre kívülről ható erő összenyomása is előidézhetheti, mint a két vízsugár közeledését a levegő nyomása. E szerint az egyirányú elektromosáramok vonzását úgy is magyarázhatjuk, hogy az egyirányú áramok a vezetékek között az æther feszültségi állapotát csökkentik s a külső állandó nagyobb feszültségű æther összenyomása közelíti a vezetékeket egymáshoz.

A folyadéksugár szívóhatását és a levegő mindenirányú oldalnyomását a következő kísérleti eszközzel igazolhatjuk. A készülék (3. ábra) áll egy 4·5 cm belsőátmérőjű üveghengerből, a melynek a felső szélére  $A$  korong van ragasztva és ennek furatába  $R$  cső van erősítve. Az üveghenger alsó részébe egy 4·2 cm átmérőjű korong ( $B$ ) van két fémrúddal ( $K_1$   $K_2$ ) az  $A$  koronghoz erősítve, úgy hogy a korong széle és a henger



fala között 1·5 mm szélességű gyűrűalakú tér marad. Kísérletnél az  $R$  csövet a vízvezetékkel kapcsoljuk és a készüléket függőlegesen tartjuk.

Midőn vizet engedünk a készülékbe, akkor kezdetben egyes sugarakban folyik ki a víz a gyűrűalakú nyíláson, de midőn a henger megtelik vízzel és a víznyomás egyenletesen szorítja ki a hengerből a vizet, akkor vízcső keletkezését várjuk, a mely a keletkezése pillanatában belülről magával viszi a levegőt és a külső nagyobb nyomású levegő a vízcsövet összenyomja és hosszukás görbe felület keletkezik. A görbe felületet felül a  $B$  korong zárja s így alatta a bezárt  $H$  tér keletkezik, a melyből a mozgásban lévő víz magával viszi a levegőt, a  $H$  térben ritkítás keletkezik és ennek következtében a görbe felület megrövidül. Egy bizonyos rövidségnél a külső levegő nyomása átszakítja a felület falát és levegő megy be a  $H$  térbe, mire az megnyúlik. Ez a jelenség rövid időközökben ismétlődik. Ha a vízvezeteki vízzel annyi levegő kerül a  $H$  térbe, mint a mennyi onnan azalatt eltávozik, akkor a felület állandósul.



3. ábra.

Hogy a felület nagyságát a  $H$  térbe zárt levegő és a külső levegő nyomása határozza meg, azt úgy igazolhatjuk, hogy a  $H$  térbe vékony üvegcsövet ( $r$ ) dugunk és ha abból kiszívjuk a levegőt, akkor a felület megrövidül és ha levegőt fuvunk bele, akkor megnyúlik.

Erős víznyomásnál a felület hullámos és nem átlátszó, ha azonban a víz nyomását lassan csökkentjük, simább lesz és végre teljesen átlátszóvá válik. Egész kis nyomásnál a felület hártávékonyságú lesz és cseppalakot vesz fel.

Kedves Miklós.

## KÉSZÜLÉK A TELEFON MŰKÖDÉSÉNEK ÉS MÁS FIZIKAI JELENSÉGEK SZEMLÉLTETÉSÉRE.

A BELL-féle vagy mágneses telefon működésének igazolására az első iskolai szemléltető eszközt BOSSHARD <sup>1</sup> készítette. A beszélőkagyló mintája

<sup>1</sup> Zeitschrift f. d. Phys. u. chem. Untr. 1888. 135 old.



mágnesrúdból és ennek egyik végére tölt szigetelt réztekercsből áll. A hallgatókagyló mintája állványra erősített mágnesrúd, reátölt szigetelt réztekerccsel és a mágnes előtt rugóra erősített vaslemezrel. Kísérletnél a beszélőkagyló-minta mágnese előtt kézzel lágy vasdarabot közelítünk és távolítunk, mire a tekercsben áram indukálódik, mely a hallgatókagyló-minta lemezét mozgásba hozza. A beszélőkagyló helyett mikrofont is kapcsolhatunk.

E szemléltető készülék működése azonban nem kielégítő, mivel a hallgatókagyló-minta lemezének mozgása sok készüléknél alig látható. Ezen akart segíteni PENSELER<sup>1</sup> a ki azt a változtatást eszközölte rajta, hogy a hallgatókagyló-minta lemezének kicsiny mozgását egy áramkör zárására és nyitására használja, melybe elektromos csengő van kapcsolva, ez áramzáraskor megszólal, nyitáskor elhallgat.

A mellékelt ábrán feltüntetett szemléltető készülék szintén két mintából áll. Az *A* minta a beszélőkagyló, a *B* minta a hallgatókagyló működésének igazolására szolgál. A beszélőkagyló mintája egy súlyos talpból kiemelkedő oszlop, melyre vízszintesen rézasztalka van erősítve. Az asztalkára szigetelt rézvezeték-ből álló tekercs ( $T_1$ ) van erősítve, melybe állandó mágnesrúd ( $M_1$ ) van dugva. A mágnes előtt köralakú lágy vaslemez ( $L_1$ ) van egy inga ( $I_1$ ) felső részére rugalmasan felerősítve. Az asztalka lapján megfelelő bevágás van az inga részére, melynek tengelye az asztalkán lévő léceken nyugszik. Az inga lencsealakú súlya ólomból készült és csavarral különböző magasságba állítható. Az inga vége alatt skála van az inga kilengésének a leolvasására.

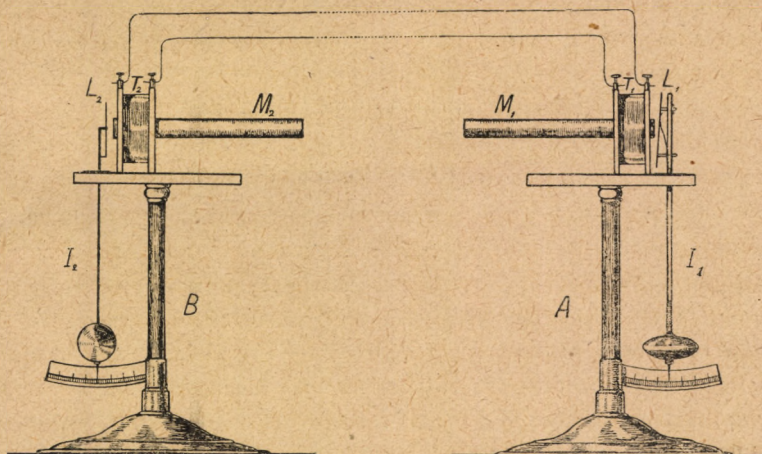
A hallgatókagyló mintája (*B*) ugyanolyan állványból, asztalkából és tekercsből áll, mint az előbbi, de a tekercsbe nem mágnesrúd, hanem lágyvasrúd ( $M_2$ ) van dugva. A rúd előtt egy könnyű inga ( $I_2$ ) felső részére erősített köralakú lágy vaslemez van alkalmazva. Az inga elrendezése az asztalkán olyan, mint az előbbi mintán. Az inga 2 mm vastag aczéldrótból készült és mágnesezve van. A reáerősített vaslemez is mágneses lesz, mivel az inga mágneses erővonalait magába gyűjti. Ebben a mintában a mágnesrúd helyett lágyvasrúd és a lágy vaslemez helyett mágnesezett lemez van alkalmazva, vagyis a mágnes helye fel van cserélve. Ezzel a változtatással sikerült az alábbi eredményt elérni. Az inga alsó részére köralakú súly van erősítve és alatta skála van a kilengés leolvasására. Ennek hossza és lengésideje is állandó, míg a másik

<sup>1</sup> Zeitschrift f. d. Phys. u. chem. Untr. 1903. 30 old.



inga hossza és lengésideje az ólomsúly emelésével vagy süllyesztésével változtatható, így a két ingát könnyen lehet egyenlő lengési időre beállítani.

A BELL-féle telefon működésének szemléltetésénél a két mintát vezető-drótokkal kötjük össze és ha lehet külön asztalokra állítjuk, nehogy az  $I_1$  inga lengését a másik inga az asztal közvetítésével vegye át. Az  $A$  minta ingáját kimozdítjuk nyugalmi helyzetéből annyira, hogy az  $L_1$  lemez a mágneset majdnem érintse (ha érinti, az sem befolyásolja a kísérletet), aztán elengedjük és hagyjuk lengeni. Az inga lengése folytán az  $L_1$  lemez közel egyenlő időközökben közeledik és távolodik a mág-



nestől. Közeledésnél a mágnes vonzása érvényesül és munkát végez, mi által csökken a mágnesestér erőssége, a mi a tekercsben áramot indukál. A lemez távolodásakor az inga végéző munkát a mágnes vonzóereje ellen, a rendszer energiája növekszik, vagyis a mágnes tere erősödik, a mi szintén áramot indukál a tekercsben, de az előbbivel ellenkező irányút.

Az  $A$  mintában indukált váltakozó áram átfolyja a  $B$  minta tekercsét és a belédugott lágy vasrudat mágnesezi, de az áram váltakozásának megfelelőleg a rúd mágnessarkai is váltakoznak. A váltakozó mágneses sarokkal szemben áll az ingarúdra erősített vaslemez, a melynek mágnessége állandó, így a kölcsönhatásképen vonzás vagy taszítás jön létre, a mi az ingát lengésbe hozza. Mivel a két inga egyenlő lengéssel bír, azért az  $I_1$  inga az egyenlő időközökben kapott vonzó és taszító lökése-



ket a rezonancia jelenség alapján összegezi és jól látható lengést végez. Az  $I_1$  40 mm-es kezdő amplitudo esetén az  $I_2$  10—12 mm-es kilengést ér el. A  $B$  mintában indukált áram legnagyobb erőssége 38 milliomod ampèr, amely rohamosan csökken.

A napjainkban általánosan használt mikrofonos telefon működését úgy szemléltethetjük, hogy az  $A$  minta helyett mikrofont és egy elemet kapcsolunk az áramkörbe. Használhatjuk az általánosan ismert rúd-alakú mikrofont. A mikrofon néhány megérintésére, vagy gyenge kop-pantásra az inga erős lengésbe jön. Egyúttal mutatja a kétféle telefon működése közt fennálló nagy különbséget is, mivel itt a mozgó energiát az elem szolgáltatja, a mikrofon csak annak erősségét változtatja. Ha rendes lemezes mikrofonnal rendelkezünk, és azt kapcsoljuk be és abba, ha az inga lengésidejének megfelelő ütemben szótagolva beszélünk vagy gyengén befűvünk, akkor az inga erősen leng.

Mivel a készülék működésénél a rezonancia jelensége van felhasználva, azért alkalmas az egyenlő lengésidejű ingák rezonanciájának a szemléltetésére is. A rezonancia szemléltetésénél éppen úgy, mint a telefon működését szemléltető kísérletnél az ingákat egyenlő lengésidőre kell beállítani. A két ingát azonban csak akkor lehetne teljesen egyenlő lengésidőre állítani, ha mindkettő állandóan egyenlő kilengést végezne vagy egyik sem lépné túl azt a kilengési szöveget, melyen belül az ingák lengésideje állandó. Ezek a feltételek a szemléltetendő jelenségek követelményei miatt nem teljesíthetők, ezért a rezonancia jelenségének a lefolyása a következő. Az  $I_1$  inga mintegy  $12^\circ$ -os szöggel kezdi a lengést, a mi állandóan csökken, ezzel együtt — habár kis mértékben — állandóan kisebbedik a lengésidő is. Az  $I_2$  inga pedig kezdetben nyugalmi helyzetben van és kilengése fokozatosan nő és ezzel együtt a lengésidő is. Bizonyos idő múlva a két inga lengésideje teljesen megegyezik, ekkor áll elő a teljes rezonancia és ekkor növekszik az  $I_2$  inga kilengése legjobban. A teljes rezonancia alatt kapott lökések annyira növelik az  $I_2$  kilengését és lengésidejét, hogy ez nagyobb lesz az  $I_1$  lengésidejénél, ezt a különbséget növeli az  $I_1$  lengésidejének állandó csökkenése is; ezért az  $I_2$  fázisban elmarad az  $I_1$ -től s a kapott lökések már csak részben növelik a lengést és részben csökkentik. A csökkentő hatás állandóan nő az előbbinek a rovására, mire a két inga ellenkező fázisba jut és ekkor a lökések teljesen az  $I_2$  megállítására törekzenek. Az  $I_2$  lengése állandóan csökken és egy pillanatra teljesen megáll és ismét előlről kezdődik a leírt jelenség. Néha az  $I_2$  olyan erősen leng, hogy



csak csökken a lengése és ugrásszerűleg ismét fázisba jön és újból növekszik a lengése. Ez a jelenség az  $I_1$  lengéstartama alatt többször ismétlődik. Ha az  $I_1$  inga súlyát emeljük vagy süllyesztjük, akkor a rezonancia mindig más és más amplitudónál áll elő, nagy «elhangelésnél» az  $I_2$  lengése kicsiny és rövid tartamú lesz. A hangtanban ismert lebegéshez hasonló jelenség áll elő.

A készülék alkalmas az energia átalakulásának és a munkaátvitelnek a szemléltetésére is. Az  $A$  mintát úgy tekinthetjük, mint a legegyszerűbb váltakozó áramú generátort és a  $B$ -t mint a legegyszerűbb synchronmotort. Az  $A$  készülék az inga mozgási energiáját átalakítja elektromos energiává és a  $B$  készülék az elektromos energiát visszaalakítja mozgásenergiává.

A leírt készülék az erre a célra szolgáló eszközöktől és a használatban levő hallgatókagylóktól, abban különbözik, hogy a tekercsbe mágnes helyett lágy vasrúd van dugva és a lemez van mágnesezve. Ezért megvizsgáltam, hogy ilyen változtatással lehetne-e hallgatókagylót készíteni. Azt találtam, hogy igen. Egy rendes használatban lévő kagylóról leszereltem a mágnest és a tekercsben csak lágy vasmag maradt. Egy kis induktorról alig hallhatóan megszólaltattam a kagylót, ha most mágnesrúddal a lemezhez közeledtem, vagyis a lemezt mágneseztem, akkor a kagyló hangja fokozatosan erősödött, úgyszintén akkor is, ha ellenkező oldalon a lágy vasmaghoz közelítettem a mágnest. A vasmaghoz közelítéskor erősebben szólt, mint a lemezhez való közelítés alkalmával. Ez azt igazolja, hogy a most használatban lévő kagylók erősebb áramok és mikrofon alkalmazásával jobbak, mintha a leírt minta szerint volnának készítve, de nincs kizárva, hogy megfelelő szerkesztéssel bizonyos czélokra a leírt minta szerint is lehetne használható hallgatókagylót készíteni. Különösen oly esetben, midőn gyenge áramok érkezik a kagylóba, mint a drótnélküli telefontól.

*Kedves Miklós.*



## OERSTED FELFEDEZÉSÉNEK SZÁZADIK ÉVFORDULÓJA.

Az elektromos áramnak a mágnesűre való hatását OERSTED fedezte fel. OERSTEDig az elektromosság és a mágnesség kölcsönös hatásából mindössze annyit tudtak, hogy a villámlás hatással van a mágnesűre. Felfedezése előtt néhány évvel többen «igen híres fizikusok» hiába próbálták kimutatni az elektromos telepnek a mágnesűre való hatását, nem sikerült egynek sem, mert nem a zárt, hanem a nyitott elemnek a hatását keresték. Felfedezését 1820-ban tette közzé «Experimenta circa effectum conflictus electrici in acum magneticam» című értekezésében. Kísérleti eredményei nagy feltűnést keltettek. Megállapította 1. hogy *csak zárt vezeték* esetében mozdul ki a mágnesű; 2. hogy a mágneses *erő merőleges* arra a síkra, a melyet az elektromos vezetődarabon és a mágneses poluson átfektetünk; 3. hogy a hatás *független a vezetődarab anyagi minőségétől*, megpróbálván ezt azokban az esetekben, a mikor a vezető platina, arany, sárgaréz, vas, ólom, zink, higany, sőt víz volt; 4. hogy *a hatás nem marad el, ha a vezeték és a mágnesű között — az addig ismert más elektromos erővel ellentétben — víz, vagy akár milyen szilárd anyag van elhelyezve, csupán a vas képez kivételt.* Értekezésében felsorolja azokat a tekintélyes személyiségeket, a kikkel, illetőleg akiknek jelenlétében kísérleteit végezte, leírja a használt galvántelepet, hangsúlyozván, hogy hatás csak akkor van, ha az áramkör zárt, azután a polusokat összekötő vezetékről szólva így folytatja:

«Helyezzük ezen drót egyenes részét a szokásos módon felfüggesztett mágnesű fölé, vízszintesen és a tűvel párhuzamosan. Ha kell, ezt a drótot meg is görbíthetjük, hogy az alkalmas rész a kísérlethez szükséges helyzetbe jusson. Ha ezeket így elrendeztük, a tű ki fog mozdulni, még pedig a tűnek az a vége, a mely a vezetéknek a negatív pólushoz közelebb eső része alatt van, nyugat felé fog elhajolni. Ha a vezeték és a mágnesű távolsága  $\frac{3}{4}$  hüvelyknél nem nagyobb, akkor a tű elhajlása körülbelül  $45^\circ$ -ot tesz ki. Ha a távolságot nagyobbítjuk, a szög kisebbedik úgy, a hogy növekszik a távolság. Különben az elhajlás



változik a készülék hatásképességének megfelelően.» Az elhajlás irányára a következő szabályt adja: «Az a mágneses polus, a mely felett a negativ elektromosság belép nyugat felé, a mely alatt kilép, kelet felé tér el.» Leírja még, hogy különböző anyagi vezetőket véve, a hatás független az anyagi minőségtől, hogy a hatás a tű és a vezető közé helyezett testeken keresztül is megvan, hogy semmiféle hatás nincs, ha a mágnesű helyett sárgaréz, üveg vagy gummilakk tűt használunk.

A jelenséget elméleti szempontból is tárgyalja. Az elektromosságok összeütközésének tulajdoníja a hatást. Erre a hatásra nézve a nem-mágneses testek átlátszók, a mágneses testek, illetve azok részecskéi a viaskodó erők támadása következtében mozgásba jöhetnek; a kétfajta elektromos erő vagy anyag a vezető körül körpályán kering egymással ellentett irányban, a negativ elektromosság az északi polusra hat, a déli polusra való hatása alig számbavehető, a pozitív viszont a délit hozza mozgásba.

OERSTED 1820 júliusban egyik egyetemi előadása közben, előző tervszerű kísérletezés után jutott rá felfedezésére. A vezetőt a mágnes irányára merőlegesen helyezte el és semmi hatást nem tapasztalt. «Próbáljuk meg — mondá — ha már a galván telep össze van állítva, a vezetőt a tűvel párhuzamosan helyezni.» A mágnesű, OERSTED legnagyobb meglepetésére, majdnem derékszög nagyságú kitérést mutatott. Ezért mondja GILBERT: «A mit minden vizsgálódás és fáradság árán nem tudtak megkapni, azt a véletlen adta meg OERSTED tanár úrnak Kopenhágában.» És ha már nagy szerepet tulajdonítanak a véletlennek OERSTED felfedezésében, akkor ránézve is áll ugyanaz, a mit LAGRANGE mondott hasonló esetben NEWTONRÓL: «Ilyen véletlenségek csak azokat az embereket érik, akik azt megérdemelték.»

ARAGO és AMPÈRE és még igen sokan buzgón nekiláttak a munkának olyan irányban, hogy OERSTED felfedezését részletes vizsgálat alá vegyék és azt tovább fejlesszék és néhány hónap múlva AMPÈRE megállapította az elektromos áramok között fellépő mechanikai hatás törvényeit. OERSTED 1823-ban Párisban sokat vitatkozott AMPÈREREL és egyidőben azt hitte, hogy sikerült kimutatnia AMPÈRE-nek a molekuláris áramkörökre vonatkozó hipotézisének tarthatatlanságát. Általában AMPÈRE eredményei kissé elhomályosították OERSTED érdemeit, azonban nem lehet azt mondani, hogy OERSTED felfedezése nem részesült a kellő értékelésben.

Foglalkozott OERSTED a CHLADNI-féle idomok vizsgálatával, azoknál



homok helyett lycopodiumot használt (1807). Egyik munkájában arról írt, hogy a fény és a hő az elektromosság összeütközésének az eredménye (1813), felvetette a forogható tekercsű galvanometer gondolatát is (1845), egyik levelében utal harmincz évvel azelőtti kísérleteire, a melyek robbanó aknáknak elektromossággal való meggyújtására vonatkoztak és azt ajánlja, hogy alkalmazzák azt a dánok akkor folyó háborújukban (1848). Fizikai vizsgálatait előtt sokat foglalkozott kémiával, elméleteit és eredményeit egy nagyobb munkájában is tárgyalta (1802).

A dán tudományos akadémia megünnepelte OERSTED felfedezésének századik évfordulóját és kiadta rövid előszóval OERSTED eredeti latin értekezését annak akkoriban, a különböző folyóiratokban megjelent fordításaival együtt. Ugyancsak kiadták az évforduló alkalmával OERSTED tudományos munkáit és OERSTEDnek tudósokkal való levelezéseit is.

OERSTED méltán foglal helyet azon világhírű emberek sorában, a kik az elektromosságra vonatkozó ismereteink fejlesztésének úgy tudományos, mint gyakorlati szempontból elsőrangú munkásai voltak. Sokat köszönhet neki Dánia, mert OERSTED nagy társadalmi munkásságával fejlesztette kortársaiban a helyes életfelfogást és magasra emelte hazája műveltségi színvonalát; emlékét mindenkor a legmélysegebb hálával vette és veszi körül.

*Fröhlich Károly.*

## PHYSIKAI LABORATORIUM.

### Elektromos rezgés szemléltetése.

BREMER az elektromos kisülés rezgésszerű voltának szemléltetéséhez a következő egyszerű kísérletet írja le:<sup>1</sup>

Körülbelül 15 cm-es induktor két sarkát GEISSLER-féle spektrálcső két elektródjával kötjük össze (mellékelt ábra I.). A kisülés képét kézzel hajtott forgótükörben nézzük. A kép (II.) egy szélesebb és egy keskenyebb részből áll. A szélesebb rész az induktor nyitási szikrájának felel meg, a keskenyebb a zárási szikrának. A képen felismerhető, hogy a két kisülés ellentétes irányú.

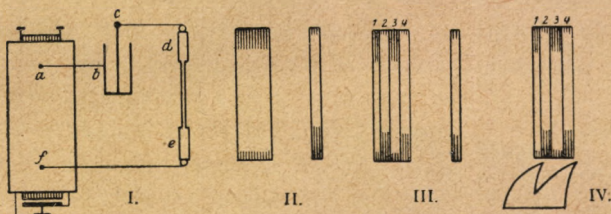
Azután a spektrálcső körébe beiktatunk egy leydeni palaczkot. A kisülés képe a forgó tükörben olyan lesz, a milyen a III. ábrán látható.

<sup>1</sup> Zeitschrift für den phys. u. chem. Unterricht, 1921. S. 126—128.



A zárási szikrának megfelelő keskeny sáv ugyanolyan, mint az előbb volt; a nyitási szikra széles sávja helyett pedig több keskeny, egymástól elkülönített sáv mutatkozik (itt 4), jelölül annak, hogy ez a szikra több részszikrából áll. A sávok képén azt is észre lehet venni, hogy az egymásután következő részszikrák ellentétes irányúak, tehát hogy a kisülés oszcilláló.

BREMER e kísérlet alapján meg is határozza — megközelítőleg — egy oszcilláció tartamát. KÖNIG-féle manometrikus láng-szerkezetbe hangot



vezet be. A láng képét az oszcilláló kisülés képével egyidejűleg figyeli meg a forgó tükörben. A hang magasságát addig változtatja, míg a lángkép két hegye közé eső távolság egyenlő lesz bizonyos számú, például 3 oszcilláció-sáv szélességével (IV. ábra). A hang magasságát meghatározza, az összeeső oszcilláció-sávok számát megolvassa; ebből kiadódik az oszcilláció-tartam.

Sz. G.

### Eszközök gondolkísérletek szemléltetéséhez.

SCHULZE, berlini tanár a HUYGHENS, MAYER R. és CARNOT híres gondolkísérleteihez valósággal végrehajtható kísérleteket eszelt ki.<sup>1</sup>

1. HUYGHENS a fizikai inga redukált hosszúságának kiszámítása végett elképzel, hogy a lengésbe hozott inga tömegpontjai közt az összefüggés megszűnik abban a pillanatban, a mikor azok az egyensúlyi helyzetükbe jutnak, úgy hogy ettől a pillanattól kezdve egymástól függetlenül lengenek. És felteszi, hogy a függetlenné vált tömegpontok tömegközéppontja éppen olyan magasra emelkedik fel, mint a milyen magasra volt a másik oldalon a fizikai inga tömegközéppontja.

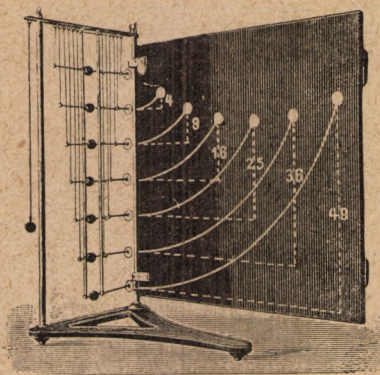
SCHULZE az ingáját az 1. ábrán látható módon 7 ólomgolyóból készíti. A golyókon kis vaspálczikák vannak átdugva és ezek végei fel

<sup>1</sup> Zeitschrift f. d. phys. u. chem. Unterricht, 1908. 223—232. l., 1915. 3—10. l., 1921. 103—111. és 151—155. l.



vannak függesztve egy fakeret felső léczébe erősített horgokra. A legalsó golyó felfüggesztője két könnyű faléc, a többieké két-két aczéldrót. A felfüggesztés olyan, hogy ha az ingát az egyik oldal felé kiemeljük az egyensúlyi helyzetből, minden golyó pálczája rátámaszkodik valamennyi alatta lévő golyó tartó szálaire. Az egyensúlyi helyzetig való lengés közben tehát olyan ez az összetett inga, mintha egy összefüggő egész lenne. Az egyensúlyi helyzetben azonban elválnak egymástól a komponens-ingák és függetlenül lengenek tovább. A golyók középpontjainak a forgási tengelytől való távolságai 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 dm.

SCHULZE eljárása ez: Az ingát kiemeli az egyensúlyi helyzetéből. A golyók magasságait leméri. Az ingát lengésnek engedi és megfigyeli,



1. ábra.

hogy a golyók milyen magasra emelkednek fel a másik oldalon. Ezen az alapon az energia megmaradása tételét két alakban is igazolja: a) hogy a golyók helyzeti energiáinak összege a két szélső helyzetben ugyanaz és b) hogy a golyók a függetlenné válás után olyan magasságokra emelkednek fel, a melyek arányosak az egyensúlyi helyzetükön való áthaladásuk sebességének négyzetével. Az energia-tétel alapján megállapítja a redukált hosszúság képletét.

2. MAYER R. a hő mechanikai egyenértékének kiszámítása végett olyan edényt képzel el, a melynek fedőlapja súrlódás nélkül mozoghat. Képzeli, hogy az edénybe bizonyos mennyiségű levegő van zárva és hogy ez a levegő egyszer állandó térfogaton, azután meg állandó nyomás mellett melegített fel ugyanarra a hőfokra. A két esetben felhasznált melegmennyiségek különbségéből és abból a munkából, a mit a levegő a második esetben végez, kiszámítja az egyenértéket.

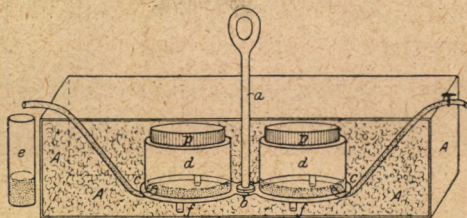
A SCHULZE készülékében a súrlódás nélkül mozgó fedőlapot egy, a levegőt elzáró folyadéktömeg (glicerin, kénsav) felszíne helyettesíti. A készüléket a 2. ábrán látható alakban a berlini WARMBRUNN-QUILITZ-czég készíti.

Két egyenlő üveghenger ( $d, d$ ), melyek fenekéből üvegesövek vezetnek ki. Az egyik cső csappal elzárható. A másik nyitott. Ennek vége



alatt mérőhenger áll. A két üveghenger fogantyúval ellátott sárgaréz talapzatra (*ab, cc*) van helyezve és üvegkád (*A, A*) fenekére állítva. Az üveghengereket ólomsúlyok (*p, p*) nyomtatják le.

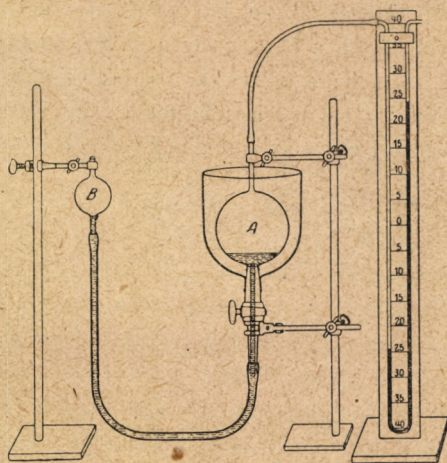
SCHULZE a csöveken át beöntött folyadékkal a két hengerbe egyenlő mennyiségű levegőt zár el a szoba hőmérsékletén. Azután az üvegkádát  $40^{\circ}\text{C}$ -os vízzel tölti meg és az egyik hengerből kiszorított víz térfogatát megméri. Ebből, továbbá az elzárt levegő mennyiségéből, a hőmérsékletváltozásból, a fajmelegek különbségéből és a légnyomásból kiszámítja az egyenértéket.



2. ábra.

3. CARNOT, hogy megállapítható legyen, hogy adott melegmennyiséggel adott körülmények közt maximálisan mennyi munka végezhető, egy folyamatot gondolt ki, a melyen átmenő levegőtömeg 4 változás (2 adiabatikus és 2 izothermikus) után visszajut az eredeti állapotába.

SCHULZE e körfolyamat szemléltetéséhez a 3. ábrán látható készüléket állította elő. A levegőt az *A* üveg-gömbbe higanynyal zárja be. Az üveggömböt felfordított üvegharangba helyezi. A



3. ábra.

gömböt a felső részéből kivezető vékony cső segítségével manometerrel hozza összeköttetésbe. A manometer folyadéka megfestett, 1.5 fajsúlyú higított kénsav. A gömb alsó részéből kivezető nyakat szorosan rányomja a harang aljából kivezető, csappal ellátott üvegcsőre, a melyet vastag gummicső állványon le- s feltolható gömbalakú üvegedénnyel köt össze.

Az üveggömbbe elzárt levegő térfogatát SCHULZE a higanyfelszín állásának változtatásával változtatja. A súrlódás nélkül mozgó dugót tehát itt



is folyadékfelszínnel helyettesíti. Az elzárt levegő az egyik izothermikus változás közben meleget a szoba levegőjétől kap, a másik izothermikus változás alatt pedig a harangba öntött hideg víznek ad le.

Az eszközt a CARNOT-féle körfolyamat szemléltetésén kívül felhasználja a MARIOTTE, a GAY-LUSSAC és a POISSON-féle törvények igazolására, továbbá az állandó nyomás és állandó térfogat melletti fajmelegek viszonyának és a hőegyenértéknek meghatározására.

Sz. G.

### Váltóáramú ívlámpa fényében mutatkozó stroboszkopikus jelenségek.

Ha fehér korongra egyenlő szögtávolságokban egyenlő széles cikket feketére befestünk, a korongot forgásba hozzuk és váltóáramú ívlámpa fényével megvilágítjuk, a forgássebesség növelésével elérhetjük azt, hogy a cikkek képezte csillag fehér alapon állónak tűnjék fel. Ez akkor következik be, ha azalatt, míg a lámpa két fénymaximuma egymást követi, a korong olyan szögelfordulást tesz, hogy egy-egy fekete cikke helyére a szomszédos fekete cikkk éppen odakerül. A korong fordulatszáma  $n_0$ , a ráfestett cikkek száma  $a$  és a lámpa másodpercenkénti fénymaximumainak száma  $m$  között ekkor ez az összefüggés

$$n_0 = \frac{m}{a}.$$

Állani látszik a korong még akkor is, ha a korong fordulatszáma  $n$  az  $n_0$ -nak egész számú többszöröse. De legtisztábban, legkevésbé elmosódottan az előbbi esetben látszik.

Ha a korong fordulatszáma  $n_0$ -tól csak kevéssé különbözik, a stroboszkopikus csillag lassan forogni látszik. És pedig, ha  $n > n_0$ , a korong forgása irányában, ha  $n < n_0$ , az ellenkező irányban. Ha a stroboszkopikus csillag forgásszáma  $N$ , akkor

$$n = \frac{m}{a} \pm N.$$

Ezt a jelenséget REBENSTORFF<sup>1</sup> és GÜNTHER<sup>2</sup> írta le először. Utóbbi több célra alkalmazta is.<sup>3</sup> Ezek:

<sup>1</sup> Zeitschrift für d. phys. u. chem. Unterricht. 1919. S. 136.

<sup>2</sup> „ „ „ „ „ „ 1919. S. 198.

<sup>3</sup> „ „ „ „ „ „ 1921. S. 112.



a) Lővéfegyverek lövedékei indulási sebességének meghatározása. Alacsony hengert készítünk vékony deszkából való fenékkal, kartonpapíros palástartal. A hengert ráerősítjük elektromos motor tengelyére úgy, hogy a tengely a henger feneke közepébe fúrt lyukon megy át s a henger tengelye összeesik a forgástengellyel. A henger fedőlapjára fekete czikkeket festünk. A kérdéses lővéfegyvert állványba fogottan úgy helyezzük el, hogy a csöve tengelyének meghosszabbítása átmenjen a henger palástján és a tengelyre merőlegesen álljon. A henger fedőlapját váltóáramú ívlámpával megvilágítjuk és a motor forgási sebességét addig fokozzuk, míg a stroboszkopikus csillag állónak látszik. Ekkor a fegyverrel a henger palástját átlójjuk. A henger forgása miatt a lövedék be- és kilépése helyei nem esnek a henger egy átmérője végpontjaiba, hanem a kilépés helye a forgás irányával ellenkezően eltolódva lesz. Ha az eltolódás nagysága cm-ekben  $l$ , a henger átmérője  $d$ , a lámpát tápláló áram fénymaximumainak száma  $m$  és a czikkek száma  $a$ , akkor az az idő, a mi alatt a lövedék a henger átmérője mentén átszalad

$$t = \frac{al}{m\pi d} \text{ sec.}$$

Így a lövedék sebessége

$$c = \frac{m\pi d^2}{al} \frac{\text{cm}}{\text{sec}}.$$

GÜNTHER kísérleti adatai pl.:  $m=100$ ,  $a=8$ ,  $d=38.2$  cm,

$$t = \frac{1}{1500} \text{ sec.}, \quad c = 186 \frac{\text{m}}{\text{sec}}.$$

(A hengerre 1 m távolságból lő rá; a lövedék a henger átfúrása után vastag deszkába fúródik be, a mely vattával kibélelt ládába van beállítva.) Egyik fajta német gyalogsági fegyverre nézve  $c = 875 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ . Ennek torkolati energiája 382.8 mkg.

b) Pörgettyű fordulatszámának meghatározása. A pörgettyű tengelyére olyan korongot erősítünk, a melyre több cikksor van festve (úgy t. i., hogy az egyes cikkek nem terjednek a középponttól a kerületig, hanem csak keskeny, egyközepű körgyűrűkön vannak) és a cikkek száma az egyes gyűrűkben különböző. Megfigyeljük, hogy melyik cikksornak megfelelő stroboszkopikus csillag áll.

c) Hangmagasság-meghatározás. A fekete cikkekkel ellátott korongot egyközepű körök mentén átlukgatjuk és a mikor a stroboszkopikus csillag áll, hangot adatunk vele sziréna módjára.



d) Elektromos oszcilláció időtartamának meghatározása. A karton-papiroskorongot, melyre fekete czikkeket festettünk, úgy helyezzük el, hogy forgási tengelye párhuzamos legyen egy oszcillátor tengelyével és hogy a korong az oszcillátor szikraközében foroghasson. Az oszcillátort induktor sarkaival összekötött leydeni palack két fegyverzetével kapcsoljuk össze. A korong forgási sebességét addig fokozzuk, míg a stroboskopikus csillag állónak mutatkozik. Ekkor az induktor primér áramát higanyos megszakítóval megszakítjuk, hogy egyetlen-egy oszcilláló kisülés jöjjön létre. A kisülés a korongot átlukgatja. Annyi finom lyuk keletkezik, a hány rész-szikrából állt a kisülés. Az egyes lyukak szög-távolságának és  $n_0$ -nak ismerete alapján az oszcilláció tartama kiszámítható.

Sz. G.

**Egy újfajta kisülési cső.** Ismeretes, hogy LENARD 1894-ben hogyan vezette ki aluminium-ablakon át a katódsugarakat a CROOKES-féle csőből a szabad levegőre. PAULI nemrég olyan csövet készített,<sup>1</sup> a melyből akár katód-, akár RÖNTGEN-, akár cső-sugarakat ki lehet vezetni a szabad levegőbe. Csőve elkészítését a jól és gyorsan működő GAEDE-féle légszivattyúk tették lehetővé.

PAULI az üvegcső végébe azon a helyen, a hol a sugárzást ki akarja vezetni, kis lyukat készít (átmérője kb. 0.5 mm). A lyukat légmentesen beragasztja 0.05 mm vastag platinalévlékével s ebbe tűvel finom lyukat (kb. 0.01 mm átmérőjűt) készít. Hogy a cső belseje ezen a lyukon át közvetlenül ne érintkezhesék a külső levegővel, a cső végére légmentesen egy alacsony hengert, úgynevezett fejet ragaszt rá és ennek a fenekébe a cső végén lévő kis lyukkal szemben ugyancsak egy kis lyukat (0.01 mm átmérőjűt) készít. A két kis lyuk távolsága kb. 0.7 mm.

A levegőt GAEDE féle forgódobos légszivattyúval állandóan szivattyúzza kifelé a csőből is, a fejrészből is. A fejrészben, bár ez a kis lyuk révén közvetlen összeköttetésben áll a szabad levegővel, a szivattyúzás folytán 0.5—1 mm-nyire lecsökken a légnyomás. A cső belseje ezzel a ritka térrel közlekedik. Ott annyira kisebbsíthető a légnyomás, hogy bármilyen sugárzás előállítható. Az elektródok megfelelő elhelyezésével a sugárzás a kis nyílások felé irányítható. A sugárzás a nyílásokon át kijut a szabadba. PAULI ilyen csőre nézve megállapította, hogy a katód-

<sup>1</sup> Physikalische Zeitschrift, 1920. S. 11.



sugarakkal szemben való elnyelése csak egy hétezerdrésze a LENARD-féle cső elnyelésének.

A sugárzást kivezető nyílások átmérőjének fokozása czéljából készített PAULI olyan csövet is, amelynek a fejrészére még egy fejrész volt ragasztva. Ennek a fenekébe az előbbi két lyukat összekötő egyenesben szintén volt készítve egy kis lyuk. A levegőt mind a két fejrészből állandóan szivattyúzták s így az elővákuumnak is elővákuumot teremtett. Ilyen berendezés mellett a lyukak átmérőjét 0.1 mm-ig növelhette.

Ez az újfajta kisülési cső olyan sugarak tanulmányozására ígérkezik előnyösnek, a melyekre nézve nagy az elnyelés. Ilyenek: az igen lágy RÖNTGEN-sugarak, a kisebb sebességű katódsugarak és a csősugarak. PAULI a nyílás elé tartott ( $ZnS + Cu$ ) ernyőn sötétséghez hozzászoktatott szemmel konstatálni tudta a csősugarak hatását; de legfeljebb csak 0.8 mm távolságban.

Sz. G.

**A vas átmágnesezését kísérő nesz.** BARKHAUSEN a vákuum-cső-erősítővel végzett kísérletei közben felfedezte,<sup>1</sup> hogy a vas átmágnesezése bizonyos neszszel jár. Kb.  $2\frac{1}{2}$  cm átmérőjű vashenger közepére kis tekercset húzott (300 menet). A tekercset 10,000-szeresen erősítő cső révén telefonnal kötötte össze. A vashenger közelében patkóalakú mágnesset mozgatott. Tapasztalta, hogy a vasmag átmágnesezése annál erősebb nesz idéz elő, minél lágyabb a vas. A jelenségről ez a felfogása alakult ki: A mágnesező cső változtatása révén a mágnes elemi mágnes-csoportjai újabb csoportokba, újabb kapcsolatokba zökkennek. A zökkenések a mágnesre toll tekercsben szabálytalan indukció-lökéseket létesítenek. Ez adja a telefonban a hangot.

**Új eszköz hősugárzás mérésére.** VOEGE a ZEISS-czég szakembereivel együtt olyan hőelemet készített, a melynek elektromótoros ereje 6—8-szorosa a vas-konstantán elemének. Ilyen elem a mögéje alkalmazott ezüstözött parabolikus tükörrel igen érzékeny eszköznek bizonyult. VOEGE szerint<sup>2</sup> érzékenysége, tehetetlenség nélkülsége, tartóssága tekintetében egyenlő értékű a legjobb vonalas- vagy felületi-bolometerrel. Egy ilyen készülék pl. Hamburgban szept. 10-én este 10 órakor, a mikor nem egészen teli hold  $25^\circ$ -nyira volt a horizont felett, a hold su-

<sup>1</sup> Phys. Zeitschrift, 1919. S. 401.

<sup>2</sup> VOEGE: Neue Apparate zur Strahlungsmessung. Phys. Zeitschrift, 1920. S. 288.



gárázása folytán 300 osztályrésznyi kitérést idézett elő a vele összekapcsolt galvanometeren (HARTM. és BRAUN, 59,  $1^\circ = 2 \cdot 10^{-8} A$ ).

**Két hangtani kísérlet.** 1. Ismeretes tény, hogy egy hangvilla két ága által a levegőben keltett rezgések találkozásának eredménye a hangvilla ágaira merőleges síkban az, hogy a hangvilla ágaitól kiinduló négy irányban a hang erőssége nulla vagy majdnem nulla. Ezt a tényt így szokás bemutatni: A hangvillát a rezonáló szekrényéről lecsavarjuk. A szekrényt úgy állítjuk az asztalra, hogy a nyitott oldala felfelé nézzen. A hangvillát megszólaltatjuk és a szekrény fölé tartjuk úgy, hogy ágai vízszintesek legyenek. Azután vízszintes tengely körül forgatjuk. Egy körülfordulás alatt négyszer hallunk igen gyenge hangot. KAYSER ezt a kísérletet így egészíti ki:<sup>1</sup> Erősítsük meg a hangvillát amaz állások egyikében, a melyek mellett a leggyengébb hangot halljuk. Toljunk az egyik ágára üvegcsövet vagy papiroscsövet, ügyelve arra, hogy a csővel az ágot ne érintsük meg. A hangot erősödni halljuk és pedig annál nagyobb mértékben, minél jobban rátoltuk a csövet az ágra.

2. Zeneileg nem iskolázott fülű emberrel nehéz észrevétetni kombinációs hangokat. KAYSER a különbségi hang könnyen hallhatóvá tételére ezt az eljárást ajánlja: Készítsünk két kis üvegsípot. A magasabb hangot adó nyitott legyen, a mélyebb hangot adó kis mozgatható dugóval fedett. A két sípot szólaltassuk meg erősen. A mélyebb hangú síp dugóját lassan toljuk be; ezáltal a hangja magasodik, a különbségi hang ennek következtében mélyül. A mélyülő különbségi hang jól észrevehető.

Sz. G.

**Harang-inga.**<sup>2</sup> Fizikai inga változtatható hosszúságú egyszerű ingával, a fizikai inga lengési középpontjának megkereséséhez. 50 cm hosszú, 1.5 cm belső átmérőjű üvegcső, melynek egyik végére 3 cm. hosszú, külső végén fedett pléh-henger van ráragasztva. A henger egy átmérője két végpontján ki van lyukasztva s a lyukakon forgástengely gyanánt kötött át dugva. A pléh-henger fedőlapja közepén levő lyukon át czérnaszál nyúlik be a csőbe, melyre kicsiny acélgolyó van kötve. Az ingát lengésbe hozzuk és az egyszerű inga hosszát addig változtatjuk, a míg a «harang» nem szól.

<sup>1</sup> Zwei akustische Vorlesungsversuche; Phys. Zeitschrift, 1920.

<sup>2</sup> REINECKE: Das Glockenpendel. Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unt. 1911. S. 172.



## A Matematikai és Physikai Társulat XXVI. rendes közgyűlése.

Társulatunk 1921. év május hó 14-én tartotta meg XXVI. rendes közgyűlését. A kitett névsor a következő tagok részvételét mutatta ki: Rados Gusztáv alelnök, Fejér Lipót és Mikola Sándor titkárok, Privorszky Alajos pénztáros, Kürschák József és Kopp Lajos jegyzők, Bartoniek Géza, Ballenegger Andor, Bauer Mihály, Bogyó Samu, Bozóky Endre, Csillag Pál, Dávid Lajos, Erődi Imre, Fekete Antal, Frank János, Frenyó Lajos, Fröhlich Izidor, Fröhlich Károly, Fröhlich Pál, Girsik Géza, Goldzieher Károly, Gruber Nándor, Győri János, Haar Alfréd, Hanauer Jenő, br. Harkányi Béla, Hoor Tempis Mór, Jordan Károly, Kedves Miklós, Kerékjártó Béla, Klug Lipót, Komjáthy Aladár, Koren Dénes, Koszovits Gyula, Kovács Lajos, König Dénes, Kronberger Ede, Kurdilla Ferencz, Lévy Ede, Loky Béla, Magdics Gáspár, Neubauer László, Oberle Károly, Ortway Rudolf, Oszlaczky Szilárd, Péch Aladár, Pogány Béla, Rados Tibor, Rados Ignác, Rados Mária, Rätz László, Renner János, Réthy Mór, Riesz Frigyes, Rohrer László, Róna Zsigmond, Sasvári Géza, Schrott István, Szabó Gábor, Szabó Sándor, Szijártó Miklós, Soós Ernő, Szőke Béla, Szűcs Adolf, Tangl Károly, Tass Antal, Tóth Lajos, Tolnay Jenő, Tomán Kálmán, Varga Virgil, Veress Pál, Winter József. Ezeken kívül is még számos tag volt jelen, kik a kitett ívre nem írták rá a nevüket.

A közgyűlés napirendje:

1. Elnöki megnyitó, 2. titkári jelentés, 3. a választmány indítványai,
4. pénztáros jelentése és költségelőirányzat 1921-re, 5. pénztárvizsgáló bizottság jelentése, 6. tisztikar és választmány választása, 7. indítványok.

### 1. Elnöki megnyitó.

Elnöklő Rados Gusztáv alelnök a közgyűlést a következő beszéddel nyitja meg:

Társulatunk XXVI. közgyűlését megnyitván, őszinte kartársi szeretettel üdvözlöm a megjelent tagtársainkat. Két évi — a mostoha viszonyok által rákényszerített — szünetelés után a Matematikai és Physikai



Társulat az idén ismét folytathatja működését. E két év alatt hazánk történetének egyik legszomorúbb fejezete záródott le. Kimondhatatlan sokat veszítettünk. Elvesztettük a háborút, a melyben hős ifjúságunk színvirágát feláldoztuk; elvesztettük országunk területének és lakosságunk majdnem kétharmadrészét, természetes erőforrásaiból kifosztva gazdaságunk romokban hever, a hajdan erős és gazdag nemzetünk elerőtlenedve küzd a nyomorral; elveszett a társadalom egyes rétegei között fennállott összhang, mely az üdvös fejlődésnek nélkülözhetetlen előfeltétele. Egy azonban nem vesztetett el a történelem e legboldogtalnabb napjaiban sem, a hazánk jövőjébe vetett sziklaszilárd hitünk és az a reménységünk, hogy hazánk régi fényében, régi erejében, régi nagyságában helyre fog állani és hogy vállvetett fáradszón munkával erkölcsi és kulturális szintájunk emelésével ismét kiküzdjük nemzetünknek a világ népei sorában azt a helyet, a mely őt méltán megilleti.

E nagy munkában résztvenni minden jó hazafi kötelessége. Részt kér belőle mint a hazai kultúra egyik szerény tényezője a Matematikai és Fizikai Társulat is, mely a mostoha viszonyok között sem fogja elhanyagolni hivatásának teljesítését. Jövőnk kiküzdésében és létünk biztosításában főfegyverünk a szomszéd államokkal szemben való kulturafölényünk és szinte magától értetődik, hogy kulturaintegritásunk területi integritásunk mellözhetetlen előfeltétele. Ettől a meggyőződéstől áthatva fogjunk ismét munkához. Távol tartva magunkat a jelszavaktól és minden idegen befolyástól, a tudomány művelése és terjesztése legyen ezentúl is a cél, a melynek szolgálatába szegődünk.

A múlt ülés jegyzőkönyvének hitelesítése után a jelen ülés jegyzőkönyvének hitelesítésére elnök Bozóky Endre és Dávid Lajos tagtársakat kéri fel.

## 2. Titkári jelentés.

Ügyvivő titkár Mikola Sándor felolvassa titkári jelentését, a mely itt következik.

1918 május 16-án tartottuk utolsó rendes közgyűlésünket, Társulatunk életében a huszonötödiket. Azóta az események óriási áradata hömpölygött át fejük felett elsodorva és elborítva sok mindent és sokszor még annak a reményét is elvéve tőlünk, hogy leszünk-e valaha is abban a helyzetben, hogy munkánkat folytathassuk. Hálát rebegünk a gondviselésnek, hogy három évi kínos vergődés után megengedte nekünk, hogy újból összejöhhessünk, hálát érzünk tagjaink iránt, a kik oly sok



viszontagság után, oly sok szétválasztó, elidegenítő, a kölcsönös bizalmat elsötétítő momentum dacára hívek maradtak Társulatunkhoz és lehetővé tették mai közgyűlésünket. Megfogya, megtépve, sántikálva és akadályokkal küzdve bár, megkezdhattuk mégis munkánkat.

Tollam nehezen indul, lelkem gyötrődik, a mikor Társulatunk elmúlt három esztendejéről kell számot adnom. Semmi pozitívum, csupa negatívum az, a miről számot adhatok. És lelkem kétségek között hányódik, vajjon nem lenne-e jobb a romok számbavevése helyett — lehántva magunkról a múlt emlékeit — a jövő céljainak kitűzéséhez térni át. És kérve kérek mindenkit, a ki ég a vágytól a mélységből, melybe estünk, kiemelkedni, hangolja lelkének húrjait csak oly rezonanciákra, a melyek a jövő harmoniájához tartoznak és ne engedje kifejlődni a mult disharmonikus hangjait.

Nagy megnyugvásunkra szolgálhat, hogy Társulatunk az elmúlt convulsorikus idők semmiféle eseményében sem szerepelt. Mégis a beérkezett felszólalásoknak engedve, kiküldtünk egy igazoló bizottságot a magyar királyi belügyminiszter úr 15008/1920. számú rendeletének megfelelően és annak utasításait pontosan követve, egy tagot a választmány köréből és három tagot a felszólalók közül. Az igazoló bizottság 12 tagunkat kizárásra ítélte és ötöt felmentett. Ezen határozaton a miniszteri rendelet szerint sem a választmány, sem a közgyűlés nem változtathat.

1918 óta minden évben készülődtünk arra, hogy a tanulóversenyeket megtartsuk. 1918 őszén a jól ismert események tették azt lehetetlenné, 1919 őszén a román megszállás és a főiskolai oktatás szünetelése vetett gátat igyekvésünk elé. 1920 őszén már odáig jutottunk, hogy a versenyeket kihirdethettük, azonban az első verseny napján felmerült kellemetlen incidensek arra kényszerítettek, hogy a kihirdetett versenyeket lemondjuk.

Folyóiratunkból, a Mathematikai és Physikai Lapokból az utolsó közgyűlés óta csak egy füzet, az 1918-évfolyam utolsó füzete jelent meg. Munkaerőnk volna, dolgozataink vannak, nyomtatni lehetne, de nincs pénzünk a nyomtatásra. A béke éveiben lapunk egy íve 90 koronába került. Ez az összeg a háború alatt 5-szörösére, a háború utáni időben több mint 50-szeresére emelkedett. Ma egy ív kinyomtatása 6000 koronába kerül. Többször fölmerült a gondolat, hogy e lehetetlen állapotok megszüntetésére emeljük fel a tagdíjat. Éppen tagjaink voltak azok, a kik leginkább buzdítottak erre. Azonban a választmány nem tudta rászánni



magát e lépésre, nem pedig azért, mert kis mértékű 30—40 koronára való emelés egyáltalában nem segítene rajtunk és ismét a társadalomnak azt az osztályát terhelnök meg, a mely amúgy is leginkább van sújtva. Ha folyóiratunkat a békeévek terjedelmében akarnók megjelentetni, akkor a tagsági díjat 500 koronára kellene felemelni, a mi képtelenség.

Nagy hálával és köszönettel tartozunk a Magyar Tudományos Akadémiának, illetőleg Természettudományi Bizottságának, a mely 2000 koronát, az Országos Szabadoktatási Tanácsnak, a mely 3000 koronát és a nagyméltóságú vallás és közoktatási miniszter úrnak, a ki 15,000 koronát folyósított részünkre. E jelentékeny segítségek révén is csak egy két és félves füzetet leszünk képesek megjelentetni. Nem bocsátottuk még közre, mert ez egyetlen fülete lesz ennek az évfolyamnak és azt akaruk, hogy a Társulati életéről szóló jelentések is benne legyenek. Számolva a viszonyokkal a választmány úgy határozott, hogy egy-egy dolgozat terjedelme 4—5 oldal legyen a félívet pedig semmi esetben se haladhassa meg.

Az 1918-ik és 1919-ik években nem is gondolhattunk arra, hogy szokott előadó üléseinket megtarthassuk, hiszen a hatóságok rendeleteibe ütköztünk volna. Ez évben már megszűntek a tiltó rendelkezések azonban az év első hónapjaiban a fűtési mizériák akadályozták meg előadó üléseink megtartásában. Végre áprilisban megkezdhattuk Társulatunknak ezt a legfontosabb munkáját. Ily módon a mai üléssel együtt ez évben három felolvasó ülést tartottunk, a melyeken hat előadó adott elő.

A König Gyula alapítvány szabályzata szerint 1920-ban egy magyar matematikus munkálkodását a König Gyula jutalommal kellett volna kitüntetnünk. Ez is lehetetlen volt, de reméljük, hogy a jövő évben lehetséges lesz az alapítók nemes intencióit keresztülvinnünk.

A mikor elgyötörten, megtépetten, kétségek és remények között hanyódva, de rendíthetlen kötelességérzettel és törhetetlen akarattal indulunk a jövő homályába, lehetetlen, hogy a multa ne vessünk egy pillantást. Mikor társulatunk nevét megváltoztatva, mint báró Eötvös Lóránd Matematikai és Fizikai Társulat akarja folytatni működését, azaz külsőleg is kifejezést akar adni annak az akaratának, hogy nagynevű alapítónk által kitűzött úton akar haladni. Mikor ő Társulatunkat megalapította, az lebegett szemei előtt, hogy e társulat mintegy önképzőköre és továbbképző iskolája legyen azon tudósoknak, a kik a tudomány művelése terén a nemzetközi nagystilű tudományos kutatásokig akarnak



felemelkedni. Ő fordította figyelmünket a magasabb szempontok felé, irányító szavaival és példaadásával arra buzdított, hogy ne elégedjünk meg a kis helyi sikerrel, hanem hogy az elérhető legnagyobb sikerre kell törekednünk. Ő hangoztatta folyton, hogy a tudósnak nem mára, hanem a holnapra kell fordítania tekintetét, hogy maradandó becsű dolgot kell alkotnia, ő biztatott, hogy a tudomány zászlaját oly magasra kell emelnünk, hogy azt hazánk határán túl is megláthassák és megadják néki az illő tiszteletet.

Társulatunk mint tanulékony ifjú követte alapítójának és mesterének útmutatásait. És mi büszkék lehetünk negyedszázados multunkra és nemzetünk büszke lehet Társulatunkra. A magyar fizikát és a magyar matematikát meglátta és gazdagodásnak tekinti az egész világ. A mikor ez az eredmény jogos büszkeséggel tölti el lelkünket, kötelességet is ró ránk. Óvjuk és ápoljuk gondosan azt a szellemet, a melylyel a sikert elértük, kövessük híven alapítónk útmutatásait és örködjünk, vigyázzunk a felett, nehogy megingassuk az alapot, melyet 25 éven át nagy fáradtsággal raktunk. Egy házat lerombolni könnyű, de újat építeni nehéz. Töltse el Társulatunk tagjait az a tudat, hogy a mikor itt sokszor élvezettel, sokszor türelemmel, sokszor önmegtadással hallgattak végig előadásokat, a mikor filléreiket elhozták a Társulat pénztárába, akkor hazánk külföldi tudományos értékelésén dolgoztak.

De hogy tagjaink többségének, a középiskolai tanárok igényeinek kielégítését is elsőrendű fontos feladatnak tartom, azt mindenki elfogja hinni nekem, a ki ismer. Multamat tagadnám meg, ha nem teljes szívvel, lélekkel dolgoznék rajta. Alapszabályaink 22. c. pontja egyenesen utasít is erre és a jövőre vonatkozólag célul tűzhetjük ki ilyen irányú munkásságunk intenzívebbé tételét. Az iskolafenntartó haróságok foglalkoznak a tanárok továbbképzésének kérdésével; azt gondolom, hogy e kérdés megoldását éppen a tudományos társulatok végezhetik el legjobban.

A két feladat a tudomány önálló művelése és a tudomány ismeretes eredményeinek feldolgozása nem zárja ki egymást, sőt egymást jótékonyan kiegészítik. Hiba volna egyiket a másik kedvéért elhanyagolni. De a legnagyobb hiba volna ha az út mellett nagyobb fáradtság nélkül kínálkozó virág eltérítene útunktól, a mely a magas hegycsúcsra visz, a honnét gyönyörű kilátás nyílik mindenfelé s a melynek eléréseért az egész kirándulást rendeztük.

A mikor lelkünknek miuden sziporkája ég a vágtyól, hogy szerencsétlen és mélyen sújtott hazánkat felemeljük, ne felejsük el, hogy a



tudományos abstractiók virága nem a forró talajon, hanem fent a hűvös magas légkörben tud csak díszleni, miként az alpesi rózsza. Csak ebben a hűvös magas légkörben fejlődik ki az abstract gondolkodás, minden tudományos haladás alapja. És ne felejtjük, hogy sok tudós, a ki itt fent az abstract gondolkodás formáiban él, sokszor vágyva gondol vissza a lent levő virágos világra, de vágyait sokszor nagy önmegtartóztatással fojtja vissza, hogy hivatásától el ne térítsék.

És ne felejtjük, hogy éppen a mi két tudományunk, a legabstractabb két tudomány, de épp azért ez a két tudomány kapcsol minket a legszorosabban minden más néphez. A fizika és matematika terén minden kis lépés számot tarthat az egész világ érdeklődésére és értékelésére. E tudományok terén való kiválóságunk tehát legközvetlenebbül emeli nemzetünk értékét. Viszont azonban a legnagyobb bűn volna csak pillanatra is feledni, mivel tartozunk a talajnak, mely táplál. A ki szuverén göggel követelőzik a maga szellemi fensőbbségére való hivatkozással, nem a tudomány felkent papjaiból való.

Az események kényszerének óriási terhe alatt vagyunk. Könnyítsünk egymás terhén, nem elzárkózással, nem önmagába vonulással, hanem becsületes, nyílt, hajlékony és megértő lélekkel. Annak, hogy az individuumok nagyobb halmaza együtt dolgozhassék, nem az a feltétele, hogy egyformák legyenek, még az sem, hogy egyetértsenek, csak az, hogy egymás véleményét és egymás személyét tiszteletben tartsák.

Oly csodálatos az emberi szellem megnyilatkozásainak megszámlálhatatlan változataival. Minden individuum egy-egy külön hangszer. Az alaphangok bármennyire egyezők legyenek is, a felhangok sokaságában, a hangszínezetben nagyok az eltérések. Azonban a harmonia, az igazi nagy muzsika nem is követeli a hangok egyezését, csak azt követeli, hogy mindegyik hangszer a maga sajátos felhangjaival a maga helyén szólaljon meg.

Azzal a meggyőződéssel végzem jelentésemet, hogy mink, a kik hozzá vagyunk szokva a nagy abstractiókhoz, a jelen nehéz helyzetből is ki fogjuk tudni magunkat abstrahálni s a hivatott karmester pálcájának intésére járulunk hozzá önhangunkkal az egésznek harmoniájához.

Dávid Lajos hozzászólása után, ki a Társulat eredeti programjának ismeretterjesztő részét hangsúlyozza, a közgyűlés a titkári jelentést tudomásul veszi.



### 3. A választmány indítványai.

Mikola Sándor ügyvivő titkár a közgyűlés elé terjeszti a választmány következő indítványait:

a) A Társulat változtassa meg nagynevű volt elnöke után nevét «Eötvös Loránd Matematikai és Fizikai Társulat»-ra. A közgyűlés az indítványt elfogadja.

b) Az alapszabályok megváltoztatásával a választmányi tagok száma 12-ről 18-ra emeltesék fel, hogy az újabb tagok is nagyobb számban vehessenek részt a Társulat vezetésében. A közgyűlés az indítványt elfogadja.

E két indítvány az alapszabályok megváltoztatásával járván, a közgyűlés kéri a nm. ministeriumot ezek elfogadására és megbízza az ügyvivő titkárt a megfelelő lépések megtételével.

c) A Társulat készíttesse el Eötvös Loránd és Jedlik Ányos művészi kivitelű domború képmását annak a teremnek a falaira, melyben a Társulat ezelőtt 30 évvel megalakult és azóta is üléseit tartja. A közgyűlés ezt az indítványt lelkesedéssel elfogadja. (Itt jegyezzük meg Sasvári Géza az ülés végén 1000 koronát ajánlott fel e célra).

d) A választmány tiszteleti tagokul ajánlja: Károly Irént és id. Szily Kálmánt. A közgyűlés mindkettőt egyhangúlag tiszteleti tagoknak választja meg.

e) A választmány a König Gyula jutalomdíjat odaitélő bizottságba Kürschák József, Farkas Gyula, König Dénes és Riesz Frigyes tagtársakat ajánlja. A közgyűlés a javaslatot elfogadja.

### 4—5. Pénztáros jelentése, költségelőirányzat 1921-re és a pénztárvizsgáló bizottság jelentése.

Privorszky Alajos pénztáros előterjeszti alábbi számadását és költségelőirányzatot. Bogyó Samu felolvassa a pénztárvizsgáló bizottság jelentését, melynek értelmében a pénztárt és a számadást rendben találták.

A közgyűlés e jelentéseket meghallgatván, megadja a pénztárosnak a felmentvényt, neki, valamint a pénztárvizsgálóknak fáradozásukért köszönetet mond, és tudomásul veszi a költségelőirányzatot. Elnök a pénztár vizsgálására közgyűlés részéről újból Balog Mór és Bogyó Samu tagtárs urakat kéri fel.



### A Matematikai és Fizikai Társulat 1918. évi zárószámadatai.

	<i>Bevételek.</i>	Előirányzat.		Eredmény.	
		K	f	K	f
1917. évi zárószámadási maradvány		869	42	869	42
Folyó és köv. évi tagdíjak		1200	—	1071	—
Hátralékos tagdíjak		1200	—	1090	50
M. Tud. Akadémia segélye		2000	—	2000	—
Rendk. államsegély		—	—	4500	—
Adományok		—	—	2450	—
Alapító tagdíjak		—	—	1600	—
Hirdetési díjak		400	—	200	—
Előfizetési díjak		1000	—	524	—
Nyomtatványokból		100	—	12	—
Kamatok		1480	—	1520	66
		8249	42	15837	58

<i>Kiadások.</i>					
Nyomdai költség		4500	—	10400	—
Írói tiszteletdíjak		2000	—	2022	50
Expositio- és irodai költségek		800	—	818	28
Középiskolai tanulmányversenyek		316	—	172	—
Az alaptökhöz csatoltatott		—	—	1600	—
Pénztári maradvány: a) készpénzben		633	42	388	20
b) takarékpénzt. betétben		—	—	436	60
		8249	42	15837	58

Kelt Budapesten. 1918. december 31-én.

### A Matematikai és Fizikai Társulat 1919. és 1920. évi zárószámadatai.

	<i>Bevételek.</i>	1919. évi.		1920. évi.	
		K	f	K	f
Múlt évi zárószámadási maradvány		824	80	2684	89
Folyó és köv. évi tagdíjak		382	—	72	—
Hátralékos tagdíjak		248	—	264	—
M. Tud. Akadémia segélye		—	—	1000	—
Kamatok		501	84	1528	30
Előfizetési díjak		320	—	136	—
Nyomtatványokból		662	—	—	—
		2938	64	5685	19

<i>Kiadások.</i>					
Irodai költségek		103	75	498	85
Vegyesek		150	—	26	—
Pénztári maradvány: a) készpénzben		2043	35	4208	80
b) takarékpénzt. betétben		641	54	951	54
		2938	64	5685	19

Kelt Budapesten, 1920. évi december hó 31-én.



## A Matematikai és Physikai Társulat vagyonmérlege.

## Vagyon.

1917. év végén. 1920. év végén.

## Alaptőke:

Leszám. és pénzv. bank letétszámláján	K	f	K	f
a) Betét.....	577	—	2177	—
b) 2600 K névért. fővárosi kölcsönkötv.	2600	—	2600	—
c) 300 » » koronajáradék kötv.	300	—	300	—
d) 3500 » » hadikölcsön kötv.	3500	—	3500	—
Első hazai takarékpénztári betét	108	—	108	—
Majthényi Ottó-féle hagyaték	10000	—	10000	—

## Károly Irén-alapítvány:

Leszám. és pénzv. bank letétszámláján:		
2500 K névért. hadikölcsön kötv.	2500	— 2500 —

## König Gyula alapítvány:

Leszám. és pénzv. bank letétszámláján:		
10000 K névért. hadikölcsön kötv.	10000	— 10000 —

## Forgó tőke:

Készpénz	516	78	4208	80
Magyar kir. postatakarékpénzt. betét	134	64	108	54
Leszám. és pénzv. bank letétszámláján	218	—	843	—
Tagdíjhátralékok	5200	—	8000	—
Fel nem vett hirdetési díjak	200	—	200	—
Nyomtatványokban	700	—	700	—
	36554	42	45245	34

## Teher.

Nyomdai tartozások	5522	72	11488	91
Irói tiszteletdíjak	403	85	313	75
Tiszta vagyon mint egyenleg	30627	85	33442	68
	36554	42	45245	34

Kelt Budapestén, 1920. évi december hó 31-én.

Privorszky Alajos s. k.  
pénztárnok.

A számadásokat megvizsgáltuk és rendben találtuk.

Kelt Budapestén, 1921. évi május hó 12-én.

Br. Harkányi Béla s. k.

Rátz László s. k.

a választmány részéről.

Balog Mór s. k.

Bogyó Samu s. k.

a közgyűlés részéről.



## A Matematikai és Physikai Társulat költségelőirányzata a 1921. évre.

### Bevételek.

	K	f
1920. évi zárószámadási maradvány	5160	34
Folyó és köv. évi tagdíjak	2400	—
Hátralékos tagdíjak	2000	—
M. Tud. Akadémia segélye	2000	—
Orsz. Szabadoktatási Tanács segélye	3000	—
Államsegély	15000	—
Előfizetési díjak	600	—
Nyomtatványokból	1720	—
	31880	34

### Kiadások.

Nyomdai költségekre	23000	—
Írói tiszteletdíjak	4200	—
Expositio és irodai költségek	4100	—
Középiskolai tanulmányversenyek	320	—
Pénztári maradvány	260	34
	31880	34

Kelt Budapesten, 1921. évi január hó 1-én.

*Privorszky Alajos* s. k.  
pénztárnok.

### 6. Tisztikar és választmányi tagok választása.

Elnök az alapszabályok értelmében tisztújító választást rendel el, a szavazatszedő bizottságba elnökül Lóky Béla, tagokul Pogány Béla és Tass Antal tagtársakat küldi ki és a szavazás idejére az ülést felfüggeszti.

A választás megejtetvén, a bizottság elnöke jelenti az újból megnyitott közgyűlésnek, hogy összesen 72 szavazólap adatott be, melyekből egy üres volt. Elnöknek Fröhlich Izidor 67, alelnököknek Rados Gusztáv 64, Tangl Károly 60, titkárnak Fejér Lipót 62, Mikola Sándor 71, jegyzőnek Kopp Lajos 71, Kürschák József 67, pénztárosnak Privorszky Alajos 71 szavazattal választatott meg.

A választmányt a közgyűlés a következő módon egészítette ki: Rátz László kapott 66, Tötössy Béla 47, Klupathy Jenő 38, Rybár István 39 szavazatot. Az ötödik választmányi tagsági helyre egyik jelölt sem kapott abszolút többséget, a közgyűlés úgy határozott, hogy ezt a helyet akkor tölti be, a mikor az új alapszabályoknak jóváhagyása után a választmányt 18 tagra fogja kiegészíteni.

### 7. Indítványok.

Indítvány nem adatván be, a napirend utolsó pontja tárgyalanná vált.